



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
SEDE REGIONAL CAMOAPA

TRABAJO DE GRADUACION

**Efecto del presecador solar tipo domo en el secado de granos de café orgánico
(*Coffea arabica L.*), en fincas de pequeños productores de las cooperativas
San Isidro R.L Boaco y PROCOSER Nueva Segovia. Noviembre 2010-
Febrero 2011**

AUTORES:

Br. Alejandro Ismael Pérez López
Br. Oswaldo René Real Moreno

ASESORES:

MSc. Kelving John Cerda Cerda
Ing. Edwin Freddy Ortega Tórrez

09 de noviembre de 2012
Camoapa, Boaco, Nicaragua



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

SEDE REGIONAL CAMOAPA

TRABAJO DE GRADUACION

**Efecto del presecador solar tipo domo en el secado de granos de café orgánico
(*Coffea arabica L.*), en fincas de pequeños productores de las cooperativas
San Isidro R.L Boaco y PROCOSER Nueva Segovia. Noviembre 2010-
Febrero 2011**

AUTORES:

Br. Alejandro Ismael Pérez López

Br. Oswaldo René Real Moreno

ASESORES:

MSc.. Kelving John Cerda Cerda

Ing. Edwin Freddy Ortega Tórrez

09 de noviembre de 2012

Camoapa, Boaco, Nicaragua

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
SEDE REGIONAL CAMOAPA**

SECRETARÍA ACADÉMICA

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Miembros del tribunal Examinador

Ph.D. Victor Aguilar Bustamante
(Presidente)

M.Sc. Rodolfo Munguía Hernández
(Secretario)

M.Sc. Martha Gutiérrez Castillo
(Vocal)

Camoapa, 09 de noviembre de 2012

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del área de estudio	4
3.2 Diseño metodológico	5
3.3 Tratamientos evaluados	5
3.4 Descripción de los presecadores	5
3.5 Variables evaluadas	8
3.6 Análisis estadístico de los datos	11
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	12
4.1 Caracterización agronómica y social de las fincas	12

4.2	Descripción del proceso del beneficiado húmedo en fincas café orgánico	15
4.3	Temperaturas y humedades relativas del presecador solar tipo domo y tradicional	18
4.4	Pérdida de humedad y peso del grano de café (<i>Coffea arabica L.</i>) pergamino.	21
4.5	Rendimientos en fincas de café orgánico según clasificación obtenida de presecado de café pergamino, en Boaco	30
4.6	Rendimientos en fincas de café orgánico según clasificación obtenida de presecado de café pergamino, en Nueva Segovia	34
V	CONCLUSIONES	38
VI	RECOMENDACIONES	39
VII	LITERATURA CITADA	40
VIII	ANEXOS	44

DEDICATORIA.

A **Dios**, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Lic. **Oswaldo René Real Núñez** y Sra. **Justa Silvia Moreno** como agradecimiento a su esfuerzo, amor y apoyo incondicional, durante mi formación tanto personal como profesional, pero más que nada, por su amor. Los amo.

A Mis tíos Dr. **Horacio Alfredo Moreno** y Dra. **Elvira Castilla Espinoza** por los ejemplos de perseverancia y constancia que me ha infundado siempre, por llegar a ser mis segundos padres a los cuales amo y respeto.

A mi padrino Lic. **Elvis Hernández Malueños** por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien

Br. Oswaldo René Real Moreno

A **Dios**, por ser creador y padre providente de todo cuanto existe, que nada se antepone ante su paciencia y lealtad, por darme vida, cariño y amor, por ser fuente de inagotable sabiduría en la culminación de mis estudios.

A mis padres: **Alonso Adrián Pérez Granados** y **Josefa López** por darme ejemplo de conducta y encaminarme por la senda de la verdad.

A mi compañera de vida: **Rosa Amelia Gaitán** por apoyarme en todo momento a lo largo de mi carrera profesional.

De manera especial a mi asesores **MSc Kelving John Cerda Cerda** e **Ing. Freddy Ortega Tórrez** que con sus palabras de ánimo y apoyo a lo largo de mi investigación donde fue posible la culminación de mis estudios.

A mis amigos: Padre **Leonel Mauricio Vargas** y el Lic. **Roberto José Estrada Bodán** que con sus palabras de ánimo contribuyeron en mi formación profesional

Br. Alejandro Ismael Pérez López.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa colaboración recibida de parte de la comunidad de docentes de la Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa, que de una u otra manera han dado lo mejor de si para nuestra educación.

A nuestros padres, tíos, amigos y compañeros que nos dieron su apoyo y sus buenas sugerencias.

Finalmente deseamos resaltar el apoyo recibido por la organización de café orgánico Nicaragua CAFENICA y los miembros de las cooperativas San Isidro Boaco y PROCOSER, Nueva Segovia, y de una forma especial a los productores ya que sin su colaboración no hubiese sido posible esta investigación

Br. Oswaldo René Real Moreno y Br. Alejandro Ismael Pérez López

INDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINA
1. Áreas y altitudes de las fincas de café orgánico seleccionadas en los departamentos de Boaco y Nueva Segovia (noviembre 2010-febrero 2011)	13
2. Relación porcentual de productores de café y las variedades establecidas en Boaco y Nueva Segovia	14
3. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan a las variables pérdida de humedad y pérdida de peso en el departamento de Boaco	25
4. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan a las variables pérdida de humedad y pérdida de peso en el departamento de Nueva Segovia	28
5. Humedades y pesos finales en el presecador solar tipo domo y tradicional en las fincas de café orgánico en los departamentos de Boaco y Nueva Segovia (2010 -2011)	29
6. Ingresos brutos, costos de presecado y beneficio netos en el departamento de Boaco	32
7. Análisis de dominancia presecador solar y pre-secador tradicional de Boaco	33
8. Análisis de la tasa de retorno marginal del presecado presecador solar t y tradicional del departamento de Boaco	33
9. Ingresos brutos, costos de presecado y beneficio netos en el departamento de Nueva Segovia	35
10. Análisis de dominancia (U\$) presecador solar y presecador tradicional en fincas de café departamento de Nueva Segovia	36
11. Análisis de la tasa de retorno marginal (TRM) presecador solar y tradicional del departamento de Nueva Segovia	37

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Departamento de Boaco	4
2. Departamento de Nueva Segovia	5
3. Estado de la calidad de corte de frutos maduros	15
4. Actividades del beneficiado húmedo de las fincas café orgánicas en el departamento Boaco	16
5. Actividades del beneficiado húmedo de las fincas de café orgánico en el departamento Nueva Segovia	17
6. Temperaturas promedio interna del presecador y tradicional en el departamento de Boaco, (2010-2011)	18
7. Temperaturas promedio interna del presecador solar y tradicional en el departamento de Nueva Segovia, (2010-2011)	19
8. Humedad relativa promedio interno del presecador solar y tradicional en el departamento de Boaco (2010-2011)	20
9. Humedad relativa promedio interna del presecador solar y tradicional en el departamento de Nueva Segovia, (2010-2011)	21
10. Pérdida de humedad del grano pergamino mojado de los tratamientos dentro presecador solar y tradicional en el departamento de Boaco (ciclo 2010 -2011).	22
11. Pérdida de peso del grano de café en el presecador solar y tradicional en las fincas de café en el departamento de Boaco (ciclo noviembre 2010- febrero2011)	24
12. Pérdida de humedad del grano en el presecador solar y tradicional en las fincas de café en el departamento de Nueva Segovia (ciclo noviembre2010- febrero 2011)	26
13. Pérdida de peso grano en el presecador solar y tradicional de las fincas de café orgánico en el departamento de Nueva Segovia (ciclo noviembre2010- febrero 2011)	27

14. Rendimientos promedio de café pergamino kg ha^{-1} obtenidos en presecador solar tipo y tradicional al llegar a la categoría de preseco en departamento de Boaco 30
15. Rendimientos promedios de café pergamino kg hectárea^{-1} obtenidos según la clasificación obtenida en el secador de pergamino en Nueva Segovia. 34

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
1 Formato para levantamiento de datos dentro y fuera del pre-secador solar tipo domo.	49
2 Aspecto del presecador solar tipo domo por fuera	50
3 Aspecto del presecador solar tipo domo por dentro.	50
4 Medidor digital de humedad de granos G600	51
5 Higrómetro testo 608 h1/h2	52
6 Balanza Numérica	53
7 Materiales para construcción del pre secador solar tipo domo y presecador tradicional.	54
8 Ubicación de los tratamientos dentro del presecado solar tipo domo	55
9 Pesajes de los tratamientos evaluados	55

RESUMEN

La obtención del producto final del rubro café conlleva una serie de procesos, entre ellos está el beneficiado (húmedo y seco). El beneficiado seco es un proceso para reducir la humedad los frutos del cafeto de su estado café pergamino mojado obtenido del beneficiado húmedo, este se realiza en patio exponiendo los granos húmedos durante varios días a los rayos directos del sol, sobre una superficie de cemento o madera. Exponiendo el café a los efectos negativos del ambiente, reduciendo la calidad, elevando los costos, mayor uso de mano de obra y corriendo riesgos constantes de contaminación y a castigos impuestos por la acopiadora en el pesaje por merma de humedad. Como una propuesta a estos riesgos se evaluó el efecto del presecador solar tipo domo en el presecado de granos de café orgánico (*Coffea arabica L.*), en fincas de pequeños productores de las cooperativas San Isidro R.L Boaco y PROCOSER Nueva Segovia. En el ciclo 2010- 2011. Se realizó en dos fases: primera, correspondió a una investigación no experimental donde se utilizó una encuesta semi-estructurada para determinar las características de los productores (datos del productor, datos de la finca, área de café, altura de la finca, variedades de café presentes y actividades que realizan en el beneficiado húmedo). Calidad de corte y prueba de rendimiento de las diferentes localidades seleccionadas. En la segunda, se estableció un experimento unifactorial, al comparar la tecnología (pre secador tipo domo). Las variables a evaluadas fueron: área y altura de la finca, variedades de café, actividades del beneficiado húmedo, temperatura, humedad relativa, peso del grano y rendimientos. Los resultados obtenidos fueron que hubo diferencias en algunas actividades del proceso de beneficiado húmedo entre los productores de los departamentos. La pérdida de humedad en el grano de café fue mayor en el volumen de 11.36 kg/m^2 en ambas localidades igualmente la pérdida del peso del grano, los menores costos variables y mayores beneficios netos se los obtuvo el tratamiento de 22.72 kg / m^2 fuera del presecador tradicional en el departamento de Boaco mientras que en el departamento de Nueva Segovia fue el de 11.36 kg/m^2 dentro del presecador solar tipo domo.

Palabras Claves: Café pergamino, Presecador solar tipo domo.

ABSTRACT

The final product production of coffee category has a number of processes, including being the beneficiary (wet and dry). The dry milling is a process to reduce the fruit of the coffee plant moisture status of wet parchment coffee obtained from wet milling, this is done in exposing the wet grains yard for several days to the direct rays of the sun, on a concrete or timber. Teaching the coffee to the negative effects of the environment, reducing quality, increasing costs, greater use of labor and constant running risks of contamination and punishments imposed by the hoarder in weighing due to lower humidity. As a proposal to these risks, the effect of the sun predryer dome in the pre-drying of organic coffee beans (*Coffea arabica* L.) In smallholder farms of San Isidro cooperatives PROCOSER RL Boaco and Nueva Segovia. In the cycle from 2010 to 2011. Was conducted in two phases: first, involved a non-experimental research where we used a semi-structured survey to determine the characteristics of the producers (data producer, data farm, coffee area, height farm varieties present coffee and activities undertaken in the wet). Cut quality and performance testing of different localities. In the second, an experiment was univariate, comparing technology (pre dryer dome). The variables evaluated were: area and height of the farm, coffee varieties, wet processing activities, temperature, relative humidity, grain weight and yield. The results were that there were differences in some activities of the wet milling process between producers departments. Moisture loss in the coffee bean was greater in volume of 11.36 kg/m² in both locations also loss of grain weight, lower costs and higher net variables are the treatment scored 22.72 kg / m² outside the Traditional predryer Boaco department while the department of Nueva Segovia was 11.36 kg/m² in the sun predryer dome.

Keywords: Coffee parchment Solar predryer dome

I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica* L) es uno de los principales productos comercializados en el mundo, producido en más de 60 países, proporcionando un medio de vida para algunas familias de agricultores de café. Muchos de estos países dependen en gran medida del café, que puede dar cuenta de más de 75% de sus ingresos totales de exportación (ICO, 2010).

En Nicaragua la actividad cafetalera representó en el año 2007, el 8.21% del valor bruto de producción, el 17.46% del valor agregado del sector agrícola (solo agricultura), y el 8.21% del valor agregado del sector agropecuario (incluye agricultura, silvicultura, pesca y minería). A la vez, la actividad cafetalera ha representado entre 4% - 7% del PIB nicaragüense (Rivas, 2008), también representó una fuente importante de empleos (15.82 % del total de empleos en el 2009) (FUNIDES, 2012).

La obtención del producto final del rubro café conlleva una serie de procesos entre ellos el beneficiado (húmedo o seco). El beneficiado húmedo es un proceso para transformar los frutos del cafeto de su estado uva a café pergamino. Este se desarrolla en dos fases; la primera es la húmeda o despulpe y la segunda es el secado que termina con la obtención de café pergamino seco para su almacenamiento (PROCAFE, 2009). El presecado del café pergamino, es también una parte importante en el proceso y se realiza para evitar la germinación de la semilla, reducir el contenido de humedad hasta un nivel adecuado, para inhibir el desarrollo de hongos y evitar que el fruto sufra daños en su aspecto físico, químico y permitir el trillado en condiciones técnicas satisfactorias (Gutiérrez y Copete, 2009).

El pre secado en patio es el más típico y generalizado de los sistemas de secado de café, que consiste en exponer los granos húmedos durante varios días a los rayos directos del sol, sobre una superficie de cemento o madera, removiéndolos periódicamente hasta que la humedad se reduzca. Se necesita extraer aproximadamente de 43 a 48% de agua en relación con su peso total; una humedad mayor a 12% favorece la generación de hongos y otros microorganismos. Este sistema implica tener que proteger los granos de lluvias repentinas, polvo, basura y animales, así como guardarlos durante las noches (INMECAFE, 1990).

Actualmente, los productores entregan el café pergamino entre 46-42% de humedad a las cooperativas, debido a que el proceso de presecado es realizado de forma tradicional (secado en cajillas al sol) exponiendo el café a los efectos negativos del ambiente, reduciendo la calidad, elevando los costos de secado al estar más tiempo en el patio, mayor uso de mano de obra y corriendo riesgos constantes de contaminación, además de los castigos impuestos por la acopiadora en el pesaje por merma de humedad (INMECAFE, 1990).

En aras de mejorar la calidad de vida de los socios productores de café orgánico del país, la Asociación de Cooperativas de Pequeños Productores de Café de Nicaragua (CAFENICA), con el proyecto alianza para crear oportunidades de desarrollo rural a través de relaciones agro-empresariales (CAFENICA-CRS-LWR-ACORDAR) se construyeron presecadores solares tipo domo para presecar café pergamino que contaba con una estructura para secado de café que consistía en un túnel elaborado de tubos de hierro galvanizado recubierta con plástico translúcido con un área útil de secado de 18 metros cuadrados y una capacidad de 160 kg de café pergamino.

Existen experiencias sobre presecadores solares de café pergamino dentro y fuera de Nicaragua. A nivel nacional está la experiencia que tuvo lugar en el municipio de San Rafael del Norte ubicado en el departamento de Jinotega, en la temporada 2007-2008 y 2008-2009 donde se evaluó una propuesta sobre secado de café pergamino para garantizar un proceso de oreado rápido (CAFENICA, 2010).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ⌘ Evaluar el presecador solar tipo domo en el secado de café orgánico en fincas de productores de café en los departamentos de Boaco y Nueva Segovia.

2.2 Objetivos específicos

- ⌘ Caracterizar el proceso de beneficiado húmedo del café orgánico de productores de la cooperativa San Isidro R.L (Boaco) y PROCOSER (Nueva Segovia).
- ⌘ Comparar en el presecado del café orgánico utilizando el presecador solar tipo domo versus el tradicional.
- ⌘ Realizar un análisis económico del uso de la tecnología presecador solar tipo domo en fincas de productores de café orgánico de los departamentos de Boaco y Nueva Segovia.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El total del universo son 11 fincas que tienen presecador solar tipo domo de los cuales 5 pertenecientes a socios de la cooperativa San Isidro y 6 a socios de la cooperativa PROCOSER. Del total del universo se evaluó una muestra de 54.54% lo cual representa 3 productores en el departamento de Boaco y 3 en Nueva Segovia.

➤ Boaco

Se localiza en la parte central del país a 88 km. de Managua entre 12°28' latitud Norte 85°40' longitud oeste, limita al norte con el departamento de Matagalpa, al sur con el Lago de Nicaragua y el departamento de Chontales, al este con la Región Autónoma del Atlántico Sur, al oeste con los departamentos de Managua y Granada. Posee un clima variado, con precipitaciones pluviales que oscilan entre 1,200 y 2,000 mm al año (INEC, 2005)



Figura 1. Departamento de Boaco

En este departamento de Boaco la finca San Antonio propiedad del señor Pedro José Polanco, comunidad Filas Verdes con un área de café de 7.026 Hectáreas y coordenadas 37.878' W 85° 36.151, finca San Pedro propiedad del Señor Norberto Emilio Cano Sevilla, comarca San Buenaventura con una área de café 2.8 hectáreas y coordenadas N 12° 35.402 ' W 85° 37.862', finca Santa Juana, comunidad El Capitán Propiedad del Señor Sabas Rojas Oporta con un área de café de 2.8 hectáreas coordenadas N 12° 36.016 ' W 85° 39.322.(San Isidro 2010).

➤ Nueva Segovia

Ubicado en el extremo noroeste del país a 256 km de Managua, entre los 13° 10' de latitud Norte y los 86° 03' de longitud Oeste. Limita al norte y oeste con la República de Honduras al sur con el departamento de Madriz al este con Jinotega, con precipitaciones pluviales que oscilan entre 1,200 y 1,400 mm al año (INIDE, 2001).

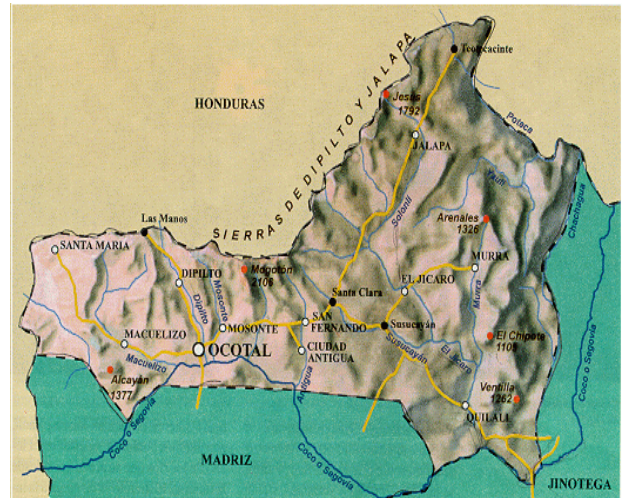


Figura 2. Departamento de Nueva Segovia

En el departamento de Nueva Segovia: Finca La Lima propiedad del Señor Fidel Anastasio Centeno, Comunidad Quebrada Helada con un área de café de 5.27 hectáreas Coordenada N 13° W 45', Finca La esperanza Propiedad del señor Exmac Matamoros Comunidad El Doradito con un área de café de 2.8 hectáreas y coordenadas N 13° W 45'; Finca Las Marías propiedad de el señor Mario Moncada Salgado Comunidad Buena vista chiquita, con un área de café 6.32 hectáreas y coordenadas N 13 °55' W 86 ° 07' (PROCOSER 2010).

3.2 Diseño metodológico

El diseño metodológico de esta investigación se dividió en dos fases de desarrollo:

- a) La primera fase correspondió a una investigación no experimental donde se utilizó una encuesta semi-estructurada para determinar las características de los productores (datos del productor, datos de la finca, área de café, altura de la finca, variedades de café presentes y actividades que realizan en el beneficiado húmedo). Calidad de corte y prueba de rendimiento de las diferentes localidades seleccionadas.
- b) En una segunda fase, se estableció un experimento bifactorial, al comparar la tecnología (pre secador tipo domo) con el manejo tradicional del beneficiado húmedo del grano de café. La formulación de los tratamientos consistió en evaluar el efecto de pre secado tipo domo y tradicional sobre diferentes cantidades de café húmedo en un metro cuadrado de espacio (kg/m^2).

3.3 Tratamientos evaluados

- T1 11.36 kg/m² de café pergamino húmedo dentro del presecador solar tipo domo
- T2 22.72 kg/m² de café pergamino húmedo dentro del presecador solar tipo domo
- T3 22.72 kg/m² de café pergamino húmedo en secador tradicional
- T4 11.36 kg/ m² de café pergamino húmedo en secador tradicional

3.4 Descripción de los presecadores

✓ Presecador solar tipo domo

Esta estructura, utiliza básicamente energía solar y una corriente de aire frío que entra por las aberturas de ventilación. El funcionamiento y la operación del secador solar es muy simple, el principio básico es calentar el aire del interior mediante los rayos del sol, disminuyendo así su humedad relativa, este aire caliente, al contacto con el café húmedo, tiende a absorber agua, secando por tal razón el grano. Debido a las diferencias de temperatura existentes entre el aire del interior y del exterior se da una circulación de este por el fenómeno de convección natural, de esta forma el café perderá gradualmente la humedad según ANACAFE (2007) con una dimensión de 6 metros de largo y 3 metros ancho diseñado para pre secar 272.72 kg (6 qq) de café pergamino húmedo en 4 zarandas ubicadas dentro de él, con dimensiones de 3 metro de largo por 1 de ancho (CAFENICA, 2010).

✓ Presecador tradicional

El presecador tradicional o en cajillas consiste en utilización de zarandas de 1 metro de ancho por 2 metros de largo, que están ubicado al aire libre y normalmente cerca del beneficiado húmedo. Los productores lo ubican habitualmente en soportes de madera para facilitar el escogido y el oreado del café. Además la utilización de plástico negro para protegerlo de lloviznas repentinas y como protección por la noche.

✓ **Establecimiento y manejo de la evaluación**

Al llegar a las fincas se les realizó a los productores una encuesta para caracterizar el manejo en beneficiado húmedo recopilándose lo siguiente: datos del productor, datos de la finca, datos sobre la post-cosecha del cultivo de café, caracterización de los cafetales, descripción sobre el beneficiado húmedo del café.

Para la evaluación de los presecadores tipo domo de café pergamino en comparación con presecador tradicional o en zarandas se inició despulpando 15 latas de café uva, las cuales se homogenizaron antes del despulpado, y se retomó una muestra de 0.45 kg de café uva para una prueba de calidad de corte (porcentaje de granos maduros, pintos maduros, pintos verdes, sobre maduros o fermentados y secos).

Se utilizaron catorce latas uva las cuales se despulparon, fermentaron y lavaron, como productor hace normalmente. Se tomó una muestra de 68.16 kg de café pergamino mojado, para realizar la distribución de los tratamientos respectivos. El café luego del lavado se depositó en una zaranda para el escogido del café y eliminar granos defectuosos.

La lata de café uva restante, se despulpó aparte para la realización de una prueba de rendimiento del café, donde primero se pesó la lata uva, al despulsarse se recolectó la pulpa y se pesó, luego se tomó el peso del pergamino con mucílago, se fermentó, al día siguiente, se lavó y se pesó el pergamino mojado y por último se presecó.

Por la noche, al presecador solar tipo domo se le cerraron las puertas y los aleros, al secador tradicional se cubrió con plástico negro, como lo hace el productor, para evitar la adsorción de la humedad.

✓ **Registro de información**

Se inició registrando datos en intervalos de 60 minutos a partir de las 8 am hasta 4 pm, durante 6 días. En estos intervalos se registró temperatura (°C), humedad relativa (%), humedad (%) y peso del grano (kg) dentro del presecador y en el presecador tradicional. Para registrarlos la información correspondiente se utilizó una tabla de entrada de datos diseñada para los tratamientos: T1, T2 (dentro del presecador solar tipo domo como nueva tecnología). (T3 y T4 (fuera del pre secador como tecnología tradicional).

3.5 Variables evaluadas

✓ **Caracterización de las fincas y del beneficiado húmedo de café**

La caracterización consistió en conocer las características de las unidades productivas (área y altura), manejo en campo y beneficiado húmedo que se realiza. Para realizar estas actividades se hizo uso de encuestas semi-estructuradas, aplicadas a los productores seleccionados.

✓ **Calidad de corte de café (%)**

Se tomó una muestra de 0.45 kg, de café uva para realizarle una prueba de calidad de corte (%), que consistió en contabilizar número de granos maduros, más el número de granos pintos maduros entre el número total de grano de la muestra de 0.45 kg de café y se multiplicó por cien. Esta prueba se realizó con la finalidad de medir la calidad de corte que el productor ejecutó en su respectiva unidad de producción (CAFENICA, 2010). Para calcular la calidad de corte se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{N}^{\circ} \text{ Granos Maduros} + \text{N}^{\circ} \text{ de granos pintos maduros}) \times 100}{\text{N}^{\circ} \text{ Total de granos en 0.45 kg café uva}}$$

Las organización de pequeños productores de café de Nicaragua (CAFENICA, 2010), estableció rangos para evaluar el porcentaje de corte de café uva en mala (menos de setenta por ciento de grano de café maduro), buena (entre el setenta y ochenta por ciento de grano de café maduro), muy bueno (entre ochenta y noventa por ciento de granos de café maduro) y más de noventa por ciento de grano de café maduro como excelente corte.

✓ **Temperatura y humedad relativa dentro del pre-secador solar tipo domo y en el pre-secador tradicional**

La temperatura y humedad relativa que prevalecieron dentro y fuera del pre-secador se midieron utilizando un higrómetro Testo 608-H1/h2 (Anexo 5), ubicándolo en el interior

del presecador solar tipo domo y a lo externo a los cinco minutos para estabilizar y luego registrar el valor correspondiente del exterior (%).

✓ **Pérdida de humedad del grano (%).**

La pérdida de humedad del grano es la disminución del agua del grano de café previamente lavado y escurrido. Esta variable se midió durante seis días, iniciando las lecturas a las 8 am, finalizando a las 4 pm, en intervalos de 60 minutos, se midió con el medidor de humedad digital G600 (Anexo 4), en los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).

✓ **Pérdida de peso del grano (kg)**

La pérdida de peso del grano en la disminución del peso de la capa de café. Se determino momentos después de registrarse la perdida de humedad del grano para los cuatro tratamientos hasta completar los seis días correspondientes, midiéndose en kilogramo, se utilizó una balanza numérica tipo reloj modelo vms-h-50 (anexo 6).

✓ **Rendimientos promedio de los tratamientos en kg de café pergamino mojado ha⁻¹**

Los rendimientos promedios se obtuvieron de la siguiente forma: después de la época de corte se consultó al productor el total de latas uva que corto en el ciclo, se promediaron por departamento (Cuadro 7). En base al peso de una lata de café mojado determinado por la prueba de rendimiento se conoció el promedio de café pergamino mojado, teniendo en cuenta los promedios de hectáreas por departamento (Cuadro 1).

✓ **Análisis económico de los tratamientos evaluados**

Los resultados que se obtuvieron del experimento de campo fueron sometidos a análisis económico con el propósito de determinar los tratamientos con mejor retorno económico, los mejores tratamiento recomendados deben ajustarse a los objetivos y circunstancias de los productores (Aleman, 2004). Para determinar cuál de los tratamientos fue el más rentable tomando en cuenta la relación beneficio-costos, se realizó un análisis económico siguiendo la metodología de CIMMYT (1988).

✓ **Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados**

Es un método que se utilizó para organizar los datos económicos del experimento con el fin de obtener los costos y beneficio de los tratamientos evaluados, el presupuesto parcial es una forma de calcular el total de costo que varían y los beneficios netos de cada rendimiento en una finca, así mismo incluye los rendimientos medios ajustados y beneficio bruto (CIMMYT, 1988).

Para determinar cuál de los tratamientos fue el más rentable tomando en cuenta la relación beneficio-costos, se realizó un análisis económico siguiendo la metodología de CIMMYT, para lo cual se consideran diferentes costos, rendimientos y beneficios. Se tomaron los datos de rendimientos promedio ($R\bar{x}$) por tratamiento luego se calculó el beneficio bruto multiplicando el R_{ajust} por el precio de venta.

✓ **Precio diferido**

El precio de venta diferido estuvo determinado por tres factores relacionados: precio de plaza del café oreado, humedad del grano % (NTON, 2004) y precio del dólar (BCN, 2011). Según las normas técnica obligatoria nicaragüense (NTON, 2004) para café verde de acuerdo a su grado de humedad se clasifica en: café pergamino mojado del 46.1 a 50.0 %; café pergamino húmedo del 42.6 a 46.0%; café pergamino oreado 30.1 a 42.6%; café pergamino pre seco 20.1 a 30.0%; café pergamino medio seco 10.6 a 20.0% y café pergamino seco del 10.5 a 11.5%

El precio de venta de ese ciclo era de: café pergamino oreado 1.92 USD/kg, para pergamino pre seco 2.72 USD/kg y para pergamino medio seco 2.97 USD/kg.

✓ **Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados**

Este análisis de dominancia se efectuó ordenando los costos variables de cada tratamientos de menores a mayores, se dice que un tratamientos es dominado cuando sus beneficios netos son menores o iguales a los de un tratamiento que tiene costos que varían más bajos.

✓ Tasa de retorno marginal de los tratamientos evaluados

Es un procedimiento que se utiliza para calcular las tasas de retorno marginal entre los tratamientos no dominados comenzando con el tratamiento de menor costo y procediendo paso a paso a los que les siguen en escala ascendente. Se calculó mediante la fórmula:

$$\text{TRM} = (\text{Beneficio marginal} \div \text{Costo marginal}) \times 100.$$

3.6 Análisis estadístico de los datos

Para realizar el análisis de los datos de las variables de la caracterización, se utilizó estadísticas descriptivas como promedio de porcentaje e histogramas de frecuencias. A las variables de temperatura y humedad relativa dentro y fuera del presecador solar tipo domo, se analizó a través de un ajuste de curva de regresión. Para las variables pérdida humedad (%) y pesos (kg) en los tratamientos se realizó un ANDEVA con contrastes ortogonales. Para los análisis se utilizó el programa estadístico SPSS (versión 15).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Caracterización agronómica y social de las fincas

Los cafetales de Boaco y Nueva Segovia en sus áreas y alturas de las unidades de producción de café orgánico en las que se evaluaron el presecador tipo domo se obtuvieron promedios de 4.64 ha en Boaco y 4.79 ha en Nueva Segovia. Las alturas promedio registrada en el departamento de Boaco fue de 783 m.s.n.m y en Nueva Segovia de 1220 m.s.n.m. Estas características, se ubican dentro de las condiciones agroecológicas que el cultivo exige, por ubicarse ambas localidades en la región central oriente respectivamente.

A nivel nacional, los pequeños productores de café representan el 57% del área sembrada y tienen una productividad de 304.05 Kg /ha. Estos niveles de productividad son mínimos en el cultivo del café y solamente permite al agricultor recibir un ingreso promedio por día ligeramente superior al salario de los trabajadores del campo (CEI, 2010).

Según Fischerworrying & Ripken (2001) el café puede cultivarse en un rango de 400 a 2,000 msnm, sin embargo, las zonas que ofrecen las mejores condiciones para obtener café de buena calidad está entre los 1,200 y 2,000 msnm dependiendo de la latitud (trópico o sub trópico).

La altitud puede modificar las características físicas del grano. En el café de altura, es de un color verde gris azulado, de menor tamaño pero más denso, con una ranura irregular y cerrada, mientras tanto, el café de poca altura, es verde pálido, con una ranura abierta, regular y es menos denso. El café a mayor altitud suele desarrollar más atributos positivos, tales como acidez y aroma, dando así un mejor sabor y calidad de bebida (MONROIG, 2003).

En la región Norte Central de Nicaragua se producen aproximadamente el 83.80% de la producción nacional (Matagalpa, Jinotega y Boaco). La región central produce más café Strictly High Grown (SHG) o tipo grano estrictamente de altura, con una taza perfectamente balanceada. Esta zona incluye la llanura de montañas Isabelia, las montañas de Peñas Blancas y las montañas de Matagalpa y Jinotega. Estas condiciones hacen de estas tierras primordiales para la producción del café (Rivas, 2008).

Rivas (2008), continua mencionando que la región noreste es responsable por la producción del 13.60% de la producción nacional y comprende los departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí. Las plantaciones de café se han desarrollado en mayor cantidad en Las Lomas de Dipilto y Jalapa en Nueva Segovia; Mira flor y Pueblo Nuevo en Estelí; las Sabanas, Somoto Viejo, San Juan de Río Coco y Telpaneca en Madriz. Las fincas San Antonio, San Pedro, Santa Juana, La Lima, La Esperanza y Las Marías producen café certificado orgánico.

Cuadro 1. Áreas y altitudes de las fincas de café orgánico seleccionadas en los departamentos de Boaco y Nueva Segovia (noviembre 2010-febrero 2011)

Departamentos seleccionados			
Variabes		Boaco	Nueva Segovia
Áreas ha	Máximo	7.02	6.34
	Promedio	4.21	4.79
	Mínimo	2.8	2.8
Altitud msnm	Máximo	650	1,500
	Promedio	783	1,220
	Mínimo	850	1,025

✓ **Variedades de café utilizadas en los cafetales de Boaco y Nueva Segovia (noviembre 2010- febrero 2011)**

Se identifican variedades establecidas por los productores de café orgánico. En el Cuadro 2, se puede observar las variedades encontradas en las fincas evaluadas, en donde ninguno de los productores presentaba una sola variedad de café, sino, combinaciones de ella.

En el departamento de Boaco las variedades identificadas fueron: Bourbon, Catuai (rojo y amarillo) y Caturra. Las combinaciones de variedades por productores fueron, Catuai amarillo combinado con Catuai rojo un 33 % de los productores, Catuai rojo más Bourbon y Caturra un 33 %, otra asociación encontrada fueron Bourbon-Caturra-Catuai rojo con un 34%.

En las fincas de los productores del departamento de Nueva Segovia el comportamiento de la explotación de las variedades de café fue similar a Boaco, identificando combinaciones de variedades Bourbon, Caturra, Lempira y Maragogype. El porcentaje de productor por combinaciones fue 33 % con Bourbon-Caturra-Maragogype, otro 34 % con Bourbon-Caturra y 33 % con Caturra-Lempira.

FENIAGRO (2009), menciona que en el departamento de Boaco debido a su clima y altura, la producción de café se encuentra variedades como Caturra, Catuai, Borbón. FUNICA (2008), afirmó que la variedad Caturra ocupa la mayor parte del área en todo el departamento de Nueva Segovia, registrándose cerca de 200 manzanas (140.52 ha) en Telpaneca y en Jalapa 600 manzanas (421.56 ha), aunque también se encuentran las variedades Bourbon, Catuai, Maragogype.

Cuadro 2. Relación porcentual de productores de café y las variedades establecidas en Boaco y Nueva Segovia

Variedades encontradas	Departamentos seleccionados	
	Boaco	Nueva Segovia
Catuai amarillo- Catuai rojo	33%	-----
Borbón – Caturra	33%	34 %,
Borbón –Caturra-Catuai rojo	34%	-----
Borbón –Caturra-Maragogype	-----	33 %
Caturra– Lempira	-----	33 %
Total de productores	100 %	100 %

✓ **Calidad de corte de café grano maduro (%)**

La calidad de corte registrada en los productores seleccionados se presenta en la Figura 3 por departamento. Todos los productores del departamento de Boaco registraron una calidad de corte bueno. Los productores del departamento de Nueva Segovia registraron 2 categorías de calidad de corte, encontrándose un 33.34 % con una calificación de buen corte y un 66.66% con muy buen corte.

La forma de realizar la cosecha del grano, influye en la calidad del café, debido a que los frutos verdes alteran la calidad física del café en el beneficiado húmedo (porcentajes a mayores al 10% de granos verdes). Los frutos demasiados maduros también perjudican la calidad del grano, porque después de la maduración, entran en fase de fermentación, dando un color rojo oscuro y produciendo una bebida con sabor y aroma a fruta fermentada (INFOCAFES, 2008).

La calidad de corte realizado en las unidades de producción fueron buenas y muy buenas, pudiéndose deber a las combinaciones de las variedades utilizadas por los productores (cuadro 2), esto porque cada variedad tiene periodos de madurez fisiológica diferente o a la práctica de corte que realizan los obreros al obtener el grano de la planta.

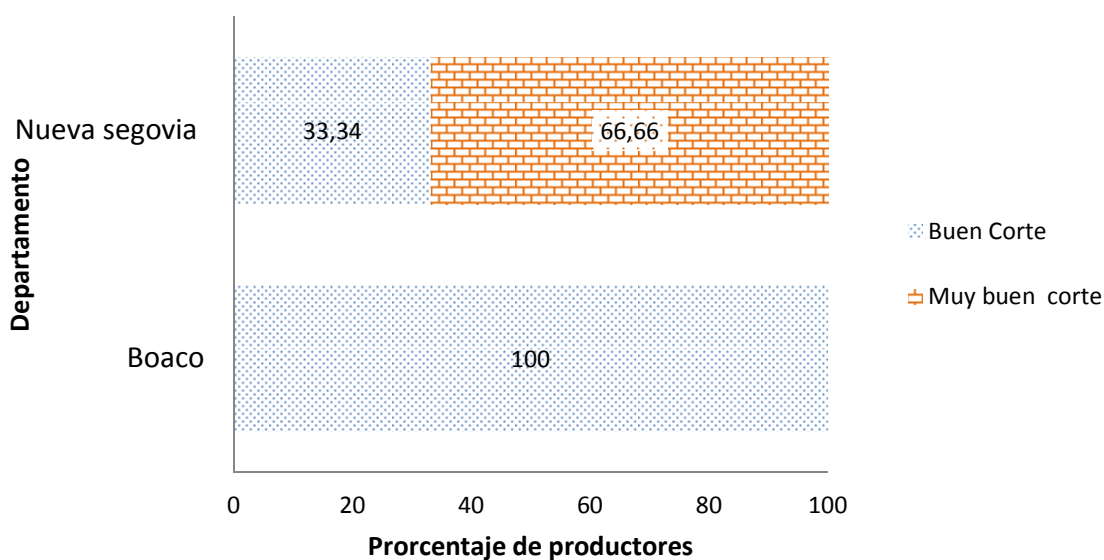


Figura 3. Estado de la calidad de corte de frutos maduros

4.2 Descripción del proceso del beneficiado húmedo en fincas café orgánico

➤ Proceso Beneficiado húmedo departamento de Boaco

Una fase muy importante para lograr un buen secado, es el buen manejo del café en el beneficiado húmedo. En la Figura 4, se representan las actividades que realizan los productores en el beneficiado húmedo, en Boaco el proceso se describe en el recibo de café

uva en tolva de madera con un 100% de los productores; clasificación del café uva en agua un 33.34% y manual un 66.66%; el despulpado del café uva lo hacen con despulpadoras, un 66.66% con fuerza humana (manual) y 33.34% con fuerza de motor a base de gasolina. El fermentado se realiza en pila de concreto en un 66.66% y en saco en un 33.34% .la fase de lavado del grano se realiza en pila de concreto en 66.66% de los productores y en barril un 33.34%. El oreado de café se realiza en zarandas en un 100%.

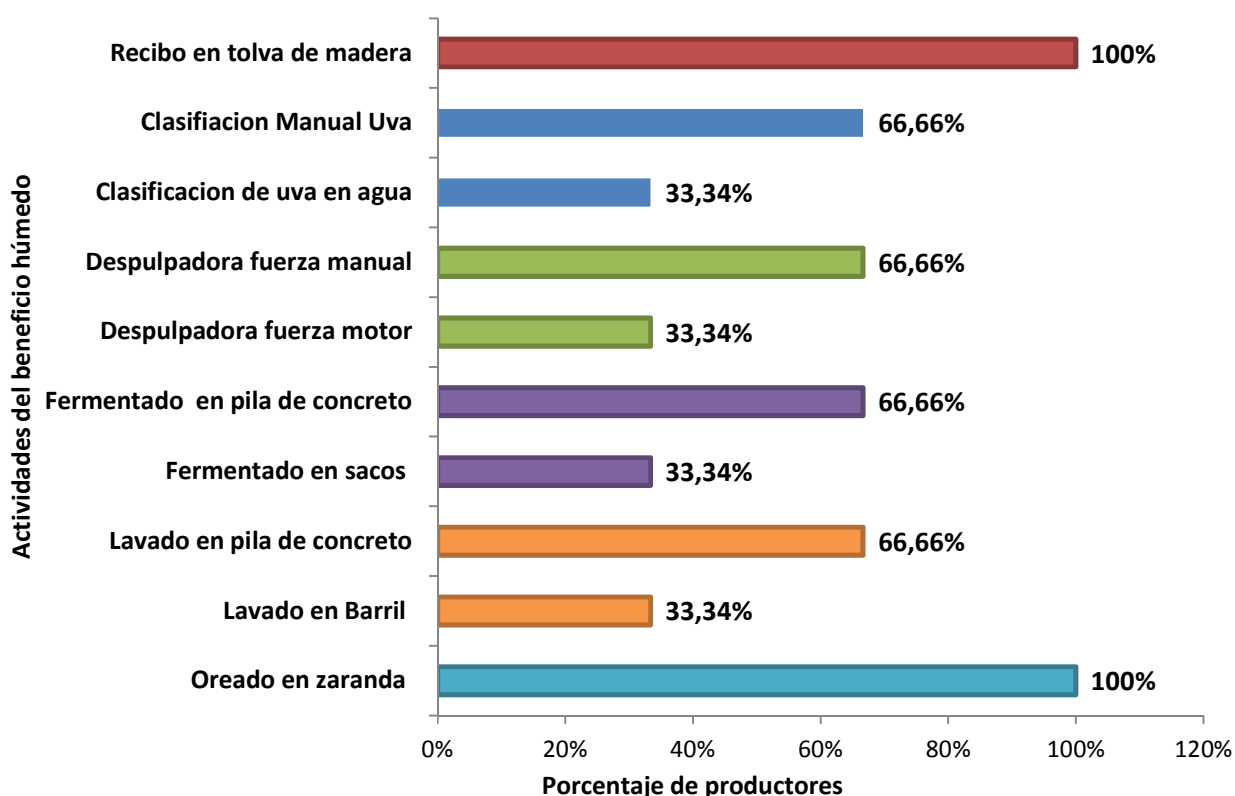


Figura 4. Actividades del beneficiado húmedo de las fincas café orgánicas en el departamento Boaco

➤ **Proceso Beneficiado húmedo del departamento de Nueva Segovia**

Las actividades del beneficiado húmedo en el departamento de Nueva Segovia. Se inician con el recibo del café uva en tolva de madera, la clasificación del café uva manual y el despulpado con fuerza humana (manual) lo realizan el 100 % de los productores; el fermentado en pila de concreto es realizado por un 66.66 % y en canal de madera en un 33.34 %; la actividad de lavado del grano es realizada en un 66.66 %

en pila de concreto y en canal de madera por 33.34 % (canao de madera) y el oreado de café se realizó en zarandas tradicionales.

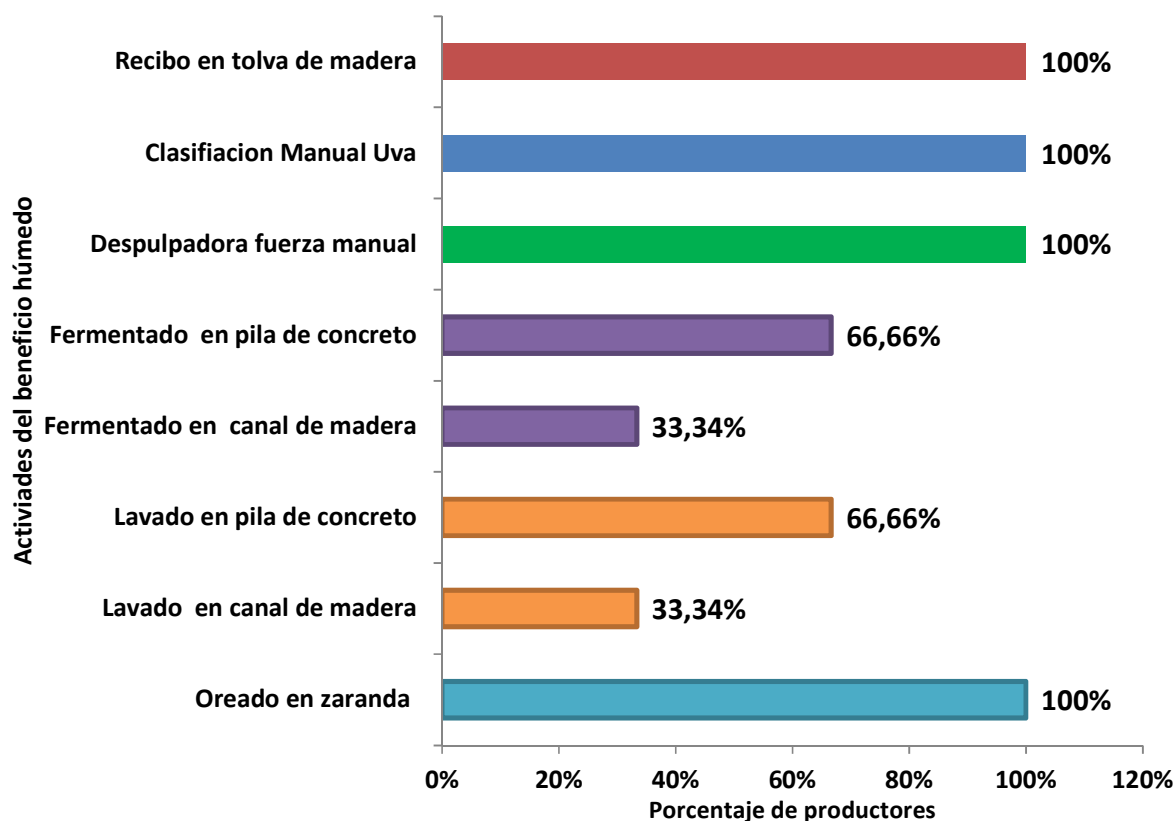


Figura 5. Actividades del beneficiado húmedo de las fincas de café orgánico en el departamento Nueva Segovia

El beneficiado húmedo es un proceso para transformar los frutos del cafeto de su estado uva a café pergamino. Este se desarrolla en dos fases; la primera es la húmeda o despulpe y la segunda es el secado que termina con la obtención de café pergamino seco para su almacenamiento (PROCAFE, 2009).

El despulpe de café uva que realizan los productores de Boaco y Nueva Segovia la ejecutan antes de las 24 horas después del corte, estando en el rango que se sugiere, para evitar que el café empieza a perder humedad y descomponerse (COOPCOFFEES, 2005), esto aun cuando la mayoría de ellos utilizan despulpadora manual.

4.3 Temperaturas y humedades relativas del presecador solar tipo domo y tradicional

✓ Temperaturas internas del presecador solar tipo domo y tradicional en el departamento de Boaco (noviembre 2010 - febrero 2011)

El comportamiento de los datos de las temperaturas se ajusto a una curva de regresión cuadrática. El promedio de la temperatura más alto dentro del presecador fue de 41.5 °C, mientras que fuera fue de 31 °C, estos valores corresponde a la hora de mediodía.

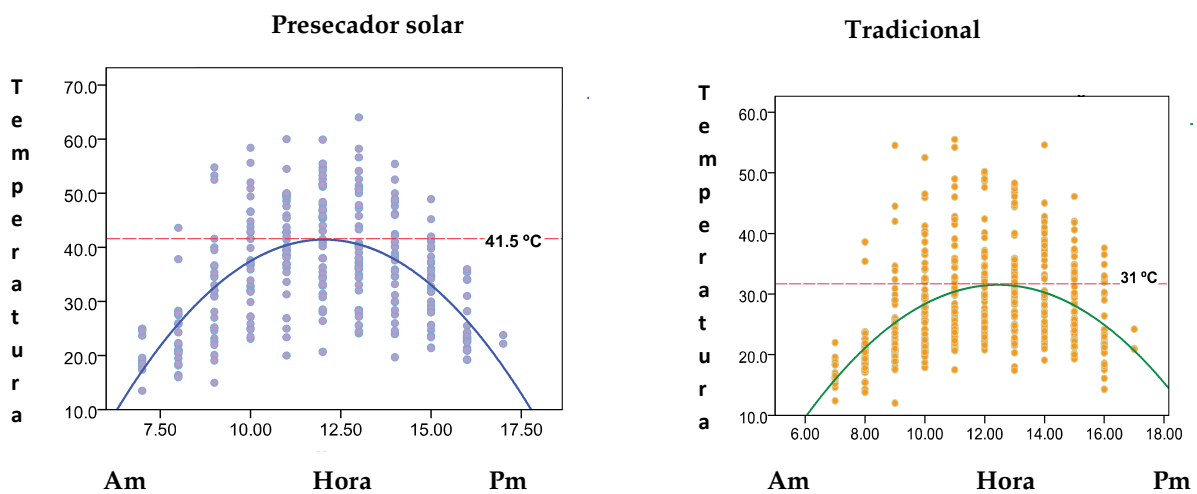


Figura 6. Temperaturas promedio interna del presecador y tradicional en el departamento de Boaco, (2010-2011)

✓ Temperaturas interna del presecador solar y tradicional en el departamento de Nueva Segovia (noviembre 2010 - febrero 2011)

El comportamiento de los valores de temperatura registradas en el departamento de Nueva Segovia fue similar a la de Boaco (Figura 7), está correspondió a una regresión cuadrática. Los promedios más altos se registraron a hora de mediodía, dentro del presecador solar tipo domo fue de 37 °C y en el presecador tradicional fue de 30 °C. Al comparar las temperaturas en los departamentos se observa que el presecador solar tipo domo contribuyó, a que se aumentara la temperatura.

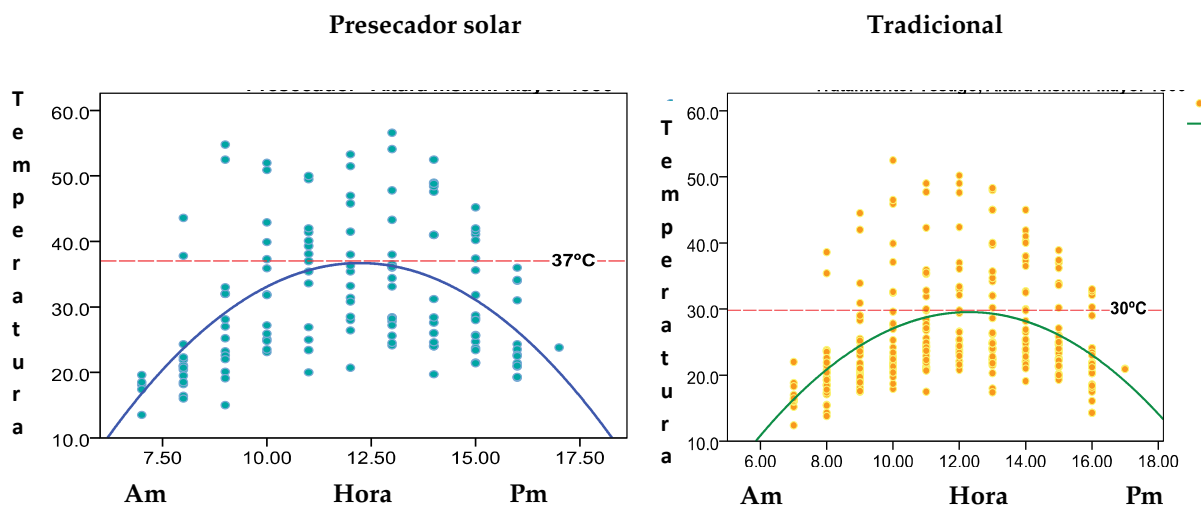


Figura 7. Temperaturas promedio interna del presecador solar y tradicional en el departamento de Nueva Segovia, (2010-2011).

Aún cuando es bueno disminuir el tiempo de secado de granos por temperatura; Robles (2009), comenta que hay que tener cuidado en provocar daños irreversibles en la calidad tales como el llamado “springer”, que es cuando por alta temperatura se daña el embrión y el grano muere.

La temperatura del aire de secado es el parámetro de mayor flexibilidad en un sistema de secado, altas temperaturas influyen significativamente en la tasa y la eficiencia de secado y en la calidad del producto final. Un aumento de dicha temperatura significa un menor consumo de energía por unidad de agua evaporada y una mayor tasa de secado. En cambio, las temperaturas de secado más elevadas pueden causar daños térmicos más acentuados en los granos. La temperatura de secado, junto con los flujos de aire y de granos, determina la cantidad de agua evaporada en un secado (FAO, 2010).

✓ **Humedad relativa dentro del presecador solar y en el presecador tradicional en el departamento de Boaco (noviembre 2010 - febrero 2011)**

El comportamiento de los valores de humedad relativa registrada en el departamento de Boaco dentro y fuera del presecador solar tipo domo se presenta en la Figura 8. Al realizar el análisis de ajuste de la humedad relativa, se identificó una curva de regresión cuadrática

inversa a la de la temperatura. Los promedios de humedad relativa tuvieron una disminución conforme trascurrían el tiempo de secado. El promedio más bajo registrado fue 37% dentro del presecador solar tipo domo y de 44 % fuera, ambos correspondieron a las horas del mediodía.

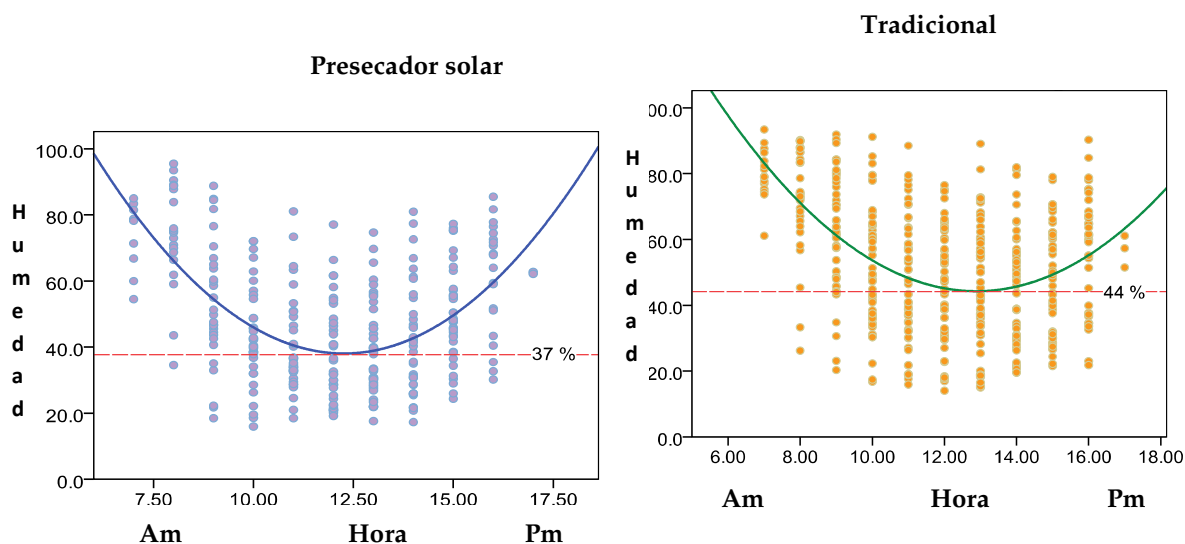


Figura 8. Humedad relativa promedio interno del presecador solar y tradicional en el departamento de Boaco (2010-2011)

4.2.4 Humedad relativa interna del presecador solar y tradicional en el departamento de Nueva Segovia (noviembre 2010 - febrero 2011)

En el departamento de Nueva Segovia el comportamiento de la humedad relativa registrada dentro y fuera del presecador solar tipo domo se presenta en la figura 9. Se realizó un análisis de ajuste, identificando una curva de regresión cuadrática similar a la de Boaco, los promedios más bajos fueron en las horas de mediodía con valores de 43 % dentro del presecador solar tipo domo y 47 % fuera de él.

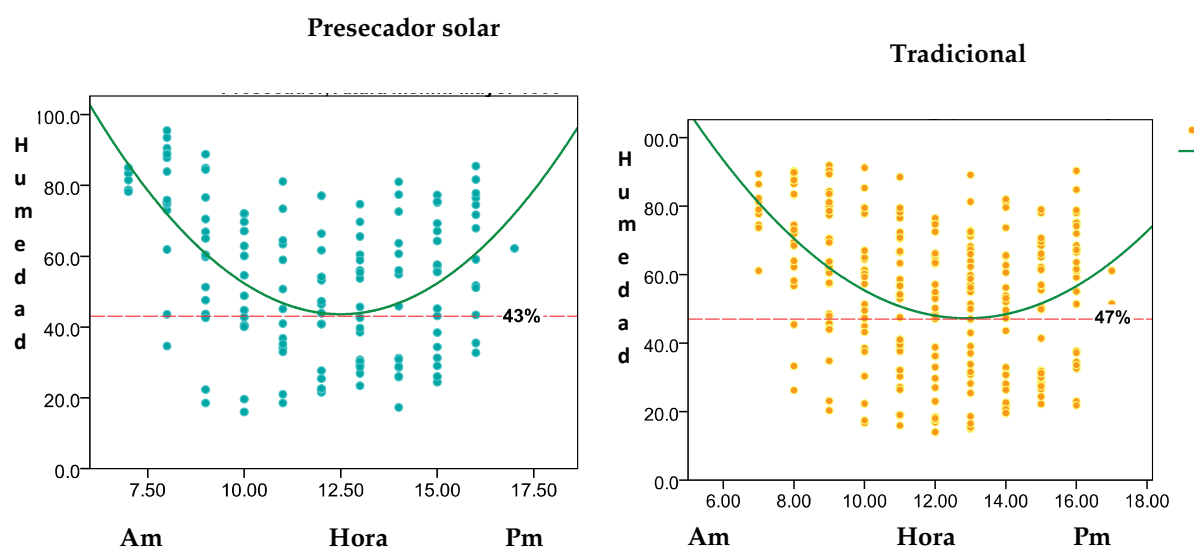


Figura 9. Humedad relativa promedio interna del presecador solar y tradicional en el departamento de Nueva Segovia, (2010-2011)

El presecador solar calienta el aire del interior mediante los rayos del sol, disminuyendo así su humedad relativa. Este aire caliente, al entrar en contacto con el café húmedo, absorberá agua secando por tal razón el grano. Debido a las diferencias de temperatura existentes entre el aire del interior y del exterior se da una circulación de éste por el fenómeno de convección natural, de esta forma el café perderá gradualmente su humedad (Burreta y Aguirre, 2004).

4.3 Pérdida de humedad y peso del grano de café (*Coffea arabica L.*) pergamino.

- ✓ **Pérdida de humedad y peso del grano de café pergamino en las fincas de los productores de café orgánico de la cooperativa San Isidro R.L del departamento de Boaco.**

✓ Pérdida de humedad del grano (%)

Todos los tratamientos iniciaron con humedades iguales a 50.66% de humedad; el tratamiento de 11.36 Kg/m² al cuarto día llegó a la categoría de preseco, otros tratamientos se encontraban en la categoría de oreado (30 -40 % de humedad como se muestra en la Figura 10. Al final de la evaluación sólo el tratamiento de 11.36 kg/m² llegó a la categoría de café pergamino medio seco y los otros tratamientos se encontraban en la categoría de café pergamino preseco, el tratamiento que mas rápido perdió humedad fue el de 11.36 kg / m² dentro del presecador solar topo domo.

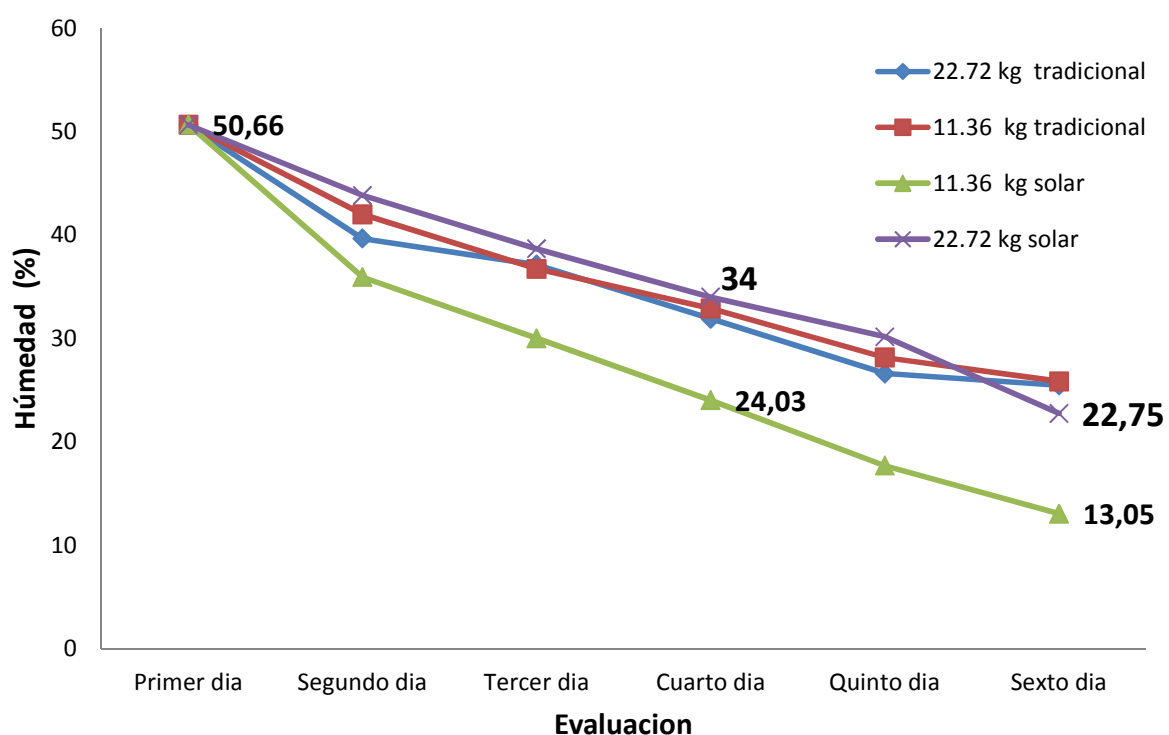


Figura 10. Pérdida de humedad del grano pergamino mojado de los tratamientos dentro presecador solar y tradicional en el departamento de Boaco (ciclo 2010 - 2011).

Robles (2009), dice en el manual de buenas practicas de manufactura en el beneficio bio café oro el que agua retenida entre los granos y en la superficie del pergamino es removida por la acción de un secado superficial muy rápido, en el que el grano es llevado a un contenido de humedad del orden del 48 por ciento; este proceso es llamado «oreado». En

esta condición aún retiene agua libre en el espacio entre el pergamino y el grano y en los poros al interior del grano. Esta humedad es removida por el secado superficial llamado «presecado», caracterizado por la remoción de grandes cantidades de agua. Tanto el «oreado» como el “presecado” corresponden a la fase de secado en la cual la remoción del agua depende de las condiciones externas al grano, o sea de las condiciones del aire de secado tales como el caudal empleado, la temperatura y la humedad relativa. Esta etapa se prolonga hasta alcanzar un contenido de humedad en el rango de 35% a 30 %. A partir de este momento las condiciones del secado están determinadas por el movimiento de la humedad dentro del grano. Esta fase se caracteriza por ser más difícil la remoción de la humedad conforme avanza el secado. Esta etapa es conocida propiamente como el «secado» del café y se prolonga hasta que se alcanza una humedad entre el 11 % y el 12 % (Robles 2009).

Otra investigación realiza la Universidad Nacional de Ingeniería, que evaluaron los presecadores solares tipo domo determinaron que una capa delgada de café, pierde más rápidamente la humedad del grano que un secador tradicional (UNI, 2011).

✓ **Promedio de pérdida de peso del grano (Kg)**

La figura 11, muestra el comportamiento de pérdida de peso de los cuatro tratamientos. En los tratamientos de 11.36 kg /m² en el interior como en el exterior, el que perdió más peso fue el tratamiento ubicado en el presecador solar al llegar a la categoría de café pergamino presecó el cuarto día, 7,20 kg y el tratamiento de 11.36 kg en el tradicional 8.48 kg, habiendo una diferencia de 1.28 kg a favor del presecador solar tipo domo.

En los tratamientos de 22.73 kg en interior y el exterior tuvieron pérdida de peso similar hasta el quinto y sexto día de evaluación a diferencia de los últimos dos días que el tratamiento del interior perdió más peso, 1.14 kg al final de la evaluación.

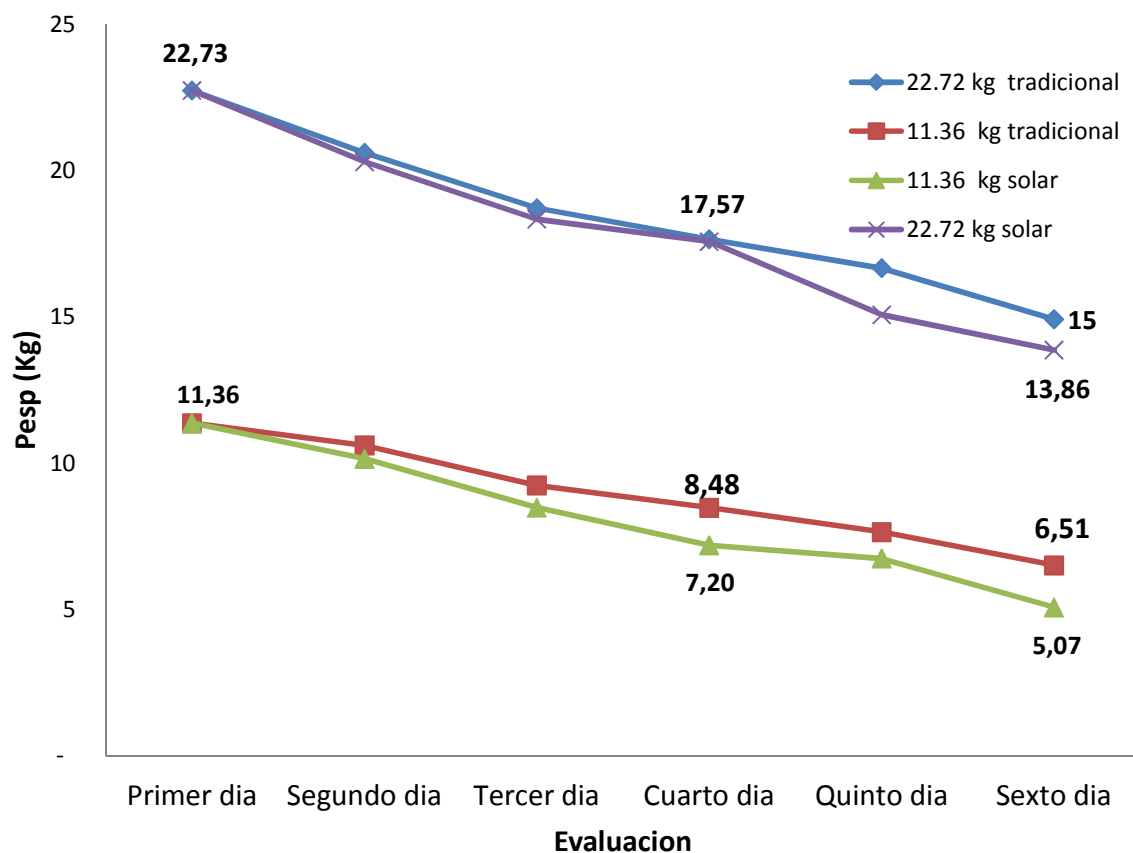


Figura 11. Pérdida de peso del grano de café en el presecador solar y tradicional en las fincas de café en el departamento de Boaco (ciclo noviembre 2010- febrero 2011)

En estudios anteriores se encontró que la tecnología era adecuada para el nivel de calidad requerido, que aportaba ventajas tanto en el producto como en la operación del proceso en comparación con el secado tradicional (Berrueta et al., 2003). Sin embargo, no se habló de la capacidad más adecuada con la cual se deben utilizar los secadores solares tipo domo, con el fin de utilizar al máximo los beneficios que le puede ofrecer la nueva tecnología.

A los promedios registrados de pérdida de humedad se realizó una ANDEVA encontrando diferencia significativa de $Pr < 0.000$ entre los tratamientos. En el cuadro 3. Se observan la ubicación de los promedios de las variables de pérdida de humedad según Duncan ($Pr < 0.05$), identificándose dos grupos estadísticos. Un grupo “a” de las superficies 22.72 kg/m^2 dentro del presecador, 11.36 y 22.72 kg/m^2 fuera del presecador con 4.32, 4.12 y 4.18 % de humedad respectivamente y un grupo “b” para la superficie 11.36 kg/m^2 dentro del pre secador con 6.30 % de humedad.

Así mismo se le realizó una ANDEVA para los promedios de pérdida de peso (cuadro 3) encontrando diferencia significativa de $Pr < 0.001$ entre los tratamientos, se observa la ubicación de los promedios de las variables de pérdida de peso según Duncan ($Pr < 0.05$), identificándose 4 grupos estadísticos. Un grupo ``ab`` de la superficie de $11.36 \text{ kg} / \text{m}^2$ dentro del presecador con 0.97 kg , grupo ``bc`` de la superficie $11.36 \text{ kg} / \text{m}^2$, con 1.24 kg fuera del presecador, grupo ``a`` en $22.72 \text{ kg} / \text{m}^2$ fuera del presecador con 0.89 kg y un grupo ``c`` $22.72 \text{ kg} / \text{m}^2$ dentro del pre-secador con 1.37 .

Cuadro 3. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan a las variables perdida de humedad y perdida de peso en el departamento de Boaco

	Dentro del Domo		Tradicional	
	11.36 kg/m ²	22.72kg/m ²	11.36 kg/ m ²	22.72 kg/m ²
Pérdida de humedad (%)	6.30 b	4.32 a	4.12 a	4.18 a
	$R^2 = 0.77$; $Pr(\text{trat}) = 0.00$; $g_{le} = 20$; $F_c = 7.73$			
Pérdida de peso (kg)	0.97 ab	1.37 c	1.24 bc	0.89 a
	$R^2 = 0.69$; $Pr(\text{trat}) = 0.01$; $g_{le} = 20$; $F_c = 3.68$			

- ✓ **Pérdida de humedad y peso del grano de café pergamino en las fincas de café orgánico en Nueva Segovia (ciclo productivo Noviembre 2010 – Febrero 2011)**
- ✓ **Promedio de perdida de humedad**

56.66% de humedad es el punto de partida de en esta figura, el tratamiento de $11.36 \text{ Kg} / \text{m}^2$ al sexto día llegó a la categoría de preseco ($20-29\%$ de humedad). Los otros tratamientos tuvieron un comportamiento semejante, llegando hasta la categoría de oreado ($30-42\%$ de humedad) hasta el sexto día de evaluación. El tratamiento que perdió más humedad fue el de $11. \text{Kg} / \text{m}^2$ dentro del presecador solar tipo domo (Figura 12).

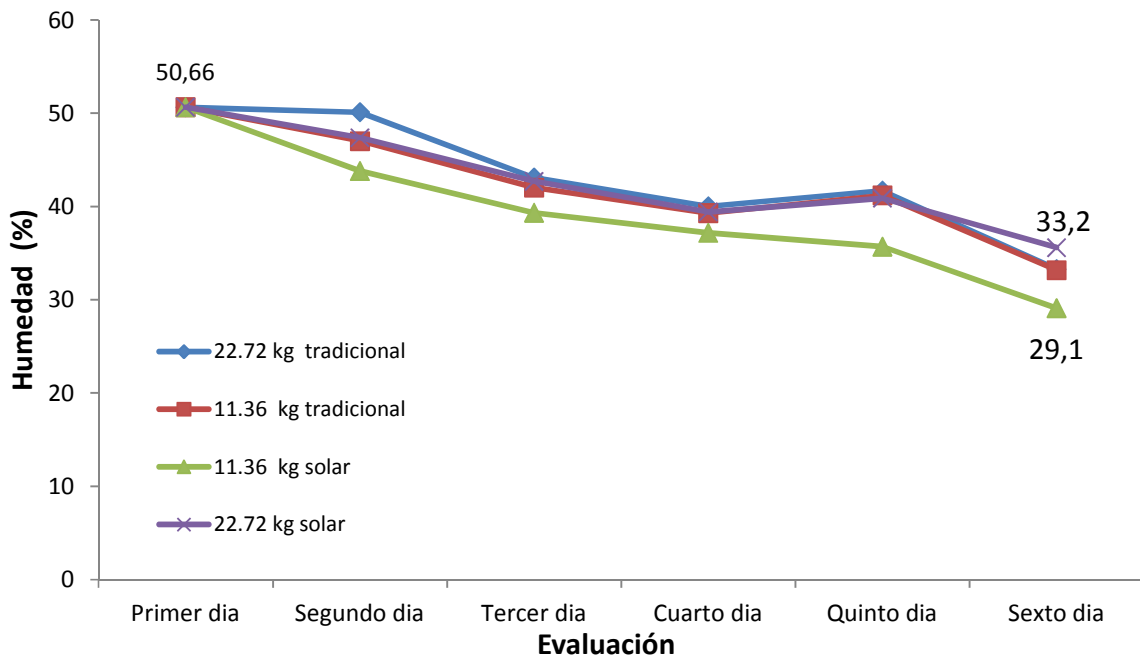


Figura 12. Pérdida de humedad del grano en el presecador solar y tradicional en las fincas de café en el departamento de Nueva Segovia (ciclo noviembre 2010- febrero 2011)

Según experiencias de construcción, uso, prueba y comparación con el método tradicional (patio de cemento) realizada por los campesinos, destinatarios finales de la tecnología, se encontró una disminución de hasta un 40% del tiempo de secado (Barrueta y Aguirre, 2002). Según el CIES (2002) la productividad del secador solar multipropósito se logra con el nivel bajo de carga. Este equipo seca 12,12 kg/ m² (carga mínima) en 3 días, mientras que los 14,50 kg/ m² (carga máxima) los seca en 5 d; es decir, en 24 días de operación con carga de 12,12 kg/ m² se pueden secar aproximadamente 96,96 kg/ m² de café, desde humedades del 104,1 % (base seca) hasta el 14,3 % (base seca), en tanto que concarga de 14,50 kg mm².

➤ **Promedio de pérdida de peso**

La figura 13, muestra el comportamiento de pérdida de peso de los cuatro tratamientos. En los tratamientos de 11.36 kg/ m² el del interior, perdió más peso en seis días, 8.04 kg y del exterior perdió 9.09 Kg el, resultando una diferencia de 1.05 kg a favor del presecador

solar tipo domo. En los tratamientos de 22.73 kg en el interior y el exterior no hubo diferencia en pérdida de peso.

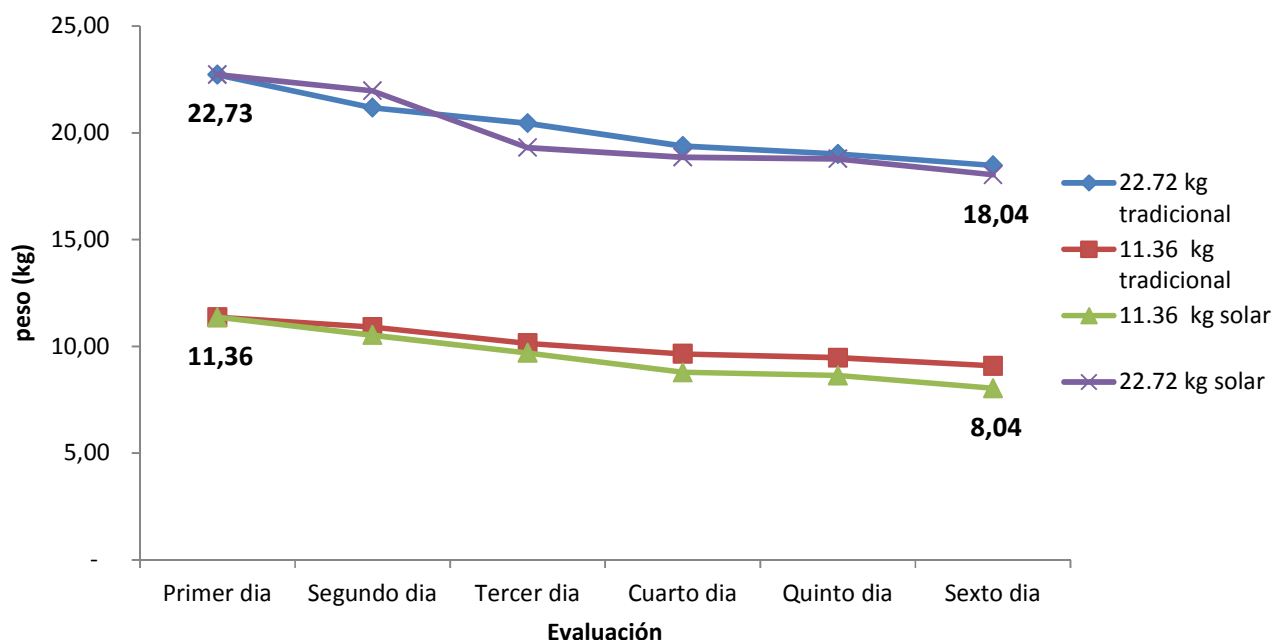


Figura 13. Pérdida de peso grano en el presecador solar y tradicional de las fincas de café orgánico en el departamento de Nueva Segovia (ciclo noviembre 2010- febrero 2011)

Dicovski, (2009) dice que hubo una alta correlación significativa entre la “perdida de peso del café pergamino húmedo y las horas en el secador. En el secador en 5 horas, un día efectivo de oreado, se logra reducir en promedio un 15% la humedad del grano, húmedo pasando esta a café oreado, listo para ser llevado al beneficio seco (con aproximadamente un 40%de humedad del grano pergamino).

A los promedios registrados de perdida de humedad se realizó una ANDEVA encontrando diferencia significativa de $Pr < 0.0003$ entre los tratamientos. En el cuadro 4, se observan la ubicación de los promedios de las variables de pérdida de humedad según Duncan ($Pr < 0.05$), identificándose dos grupos estadísticos. Un grupo “a” de las superficies 22.72 kg/m^2 dentro del pre-secador solar tipo domo, 11.36 y 22.72 kg/m^2 en el pre-secador

tradicional con 3.06 %, 2.88 y 3.18 % de humedad respectivamente. Y un grupo “b” para la superficie 11.36 kg/m² dentro del presecador solar tipo domo con 4.36 % de humedad.

Asimismo, se le realizó una ANDEVA para los promedios de pérdida de peso (cuadro 4) encontrando diferencia significativa de Pr<0.001, Se observan la ubicación de los promedios de las variables de pérdida de peso según Duncan (Pr<0.05), identificándose 4 grupos estadísticos. Un grupo “bc” de la superficie de 11.36 kg / m² en el presecador tradicional con 0.86 kg grupo “ab” de la superficie 11.36 kg / m² con 0.60 kg, dentro del presecador, solar tipo domo, un grupo “a” 22.72 kg /m² en el presecador tradicional con 1.03 kg y un grupo “c” 22.72 kg /m² dentro del presecador solar tipo domo con 1.03 kg.

Cuadro 4. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan a las variables pérdida de humedad y pérdida de peso en el departamento de Nueva Segovia

	Dentro del Domo		Tradicional	
	11.36 kg/m ²	22.72kg/m ²	11.36kg/m ²	22.72 kg/m ²
Pérdida de humedad (%)	4.36 b	3.06 a	2.88 a	3.18 a
	R ² =0.62; Pr(trat) =0.03; gle =20; Fc=3.06			
Pérdida de peso (kg)	0.60 ab	1.03 c	0.86 bc	0.51 a
	R ² =0.74; Pr(trat) =0.001; gle =45; Fc=6.10			

✓ **Humedades y pesos finales obtenidos en el presecador solar tipo y tradicional domo en las fincas de café orgánico de los departamentos de Boaco y Nueva Segovia (2010 -2011)**

El Cuadro 6 muestra humedad final de cada tratamiento después de 6 días de evaluación y su clasificación según el grado de humedad que poseía el grano, el tratamiento de 11.36kg/m² dentro del pre- secador fue el único que logro llegar hasta la categoría de media seca (NTON, 2004), los restantes del departamento de Boaco alcanzaron la clasificación de Preseco (NTON, 2004), en el caso de el departamento de Nueva Segovia, el tratamiento de 11.36kg/m². Dentro del presecador alcanzo la categoría de café pergamino preseco (NTON, 2004), y los demás la de oreado (NTON, 2004 mientras que el

tratamiento que mas perdió peso en los 2 departamentos fue el tratamientos de 22.72 kg/m², dentro del presecador solar tipo domo, dando como resultado que la variable humedad no depende de la variable peso.

Cuadro 5. Humedades y pesos finales en el presecador solar tipo domo y tradicional en las fincas de café orgánico en los departamentos de Boaco y Nueva Segovia (2010 - 2011)

Tratamiento	Peso final	Humedad final %	Clasificación *	Peso final kg	Humedad final %	Clasificación *
	Boaco			Nueva Segovia		
11.36 kg/m ² . dentro del pre-secador	5.07	13.05	Medio seco	8.04	29.1	Preseco
22.72 kg/m ² . dentro del presecador	13.86	22.75	Preseco	18.04	35.6	Oreado
22.72 kg/m ² . fuera del pre-secador	14.92	25.45	Preseco	18.48	33.2	Oreado
11.36 kg/m ² . fuera del pre-secador	6.51	25.85	Preseco	9.09	33.2	Oreado

* Según NTON (2004) en base a humedad

4.5 Rendimientos en fincas de café orgánico según clasificación obtenida de presecado de café pergamino, en Boaco

Los rendimientos promedios totales reflejan que el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue el de 22.72 kg /m² en el presecador tradicional con 843.35 kg/ ha⁻¹, seguido por el tratamiento de 22.72 kg /m² dentro del presecador solar tipo domo con 783.77 kg/ ha⁻¹, 11.36 kg/m² en el presecador solar tipo domo 779.11 kg ha⁻¹, y el tratamiento de 11,36 kg/m² en el tradicional obteniendo el menor rendimiento con 735.24 kg ha⁻¹.

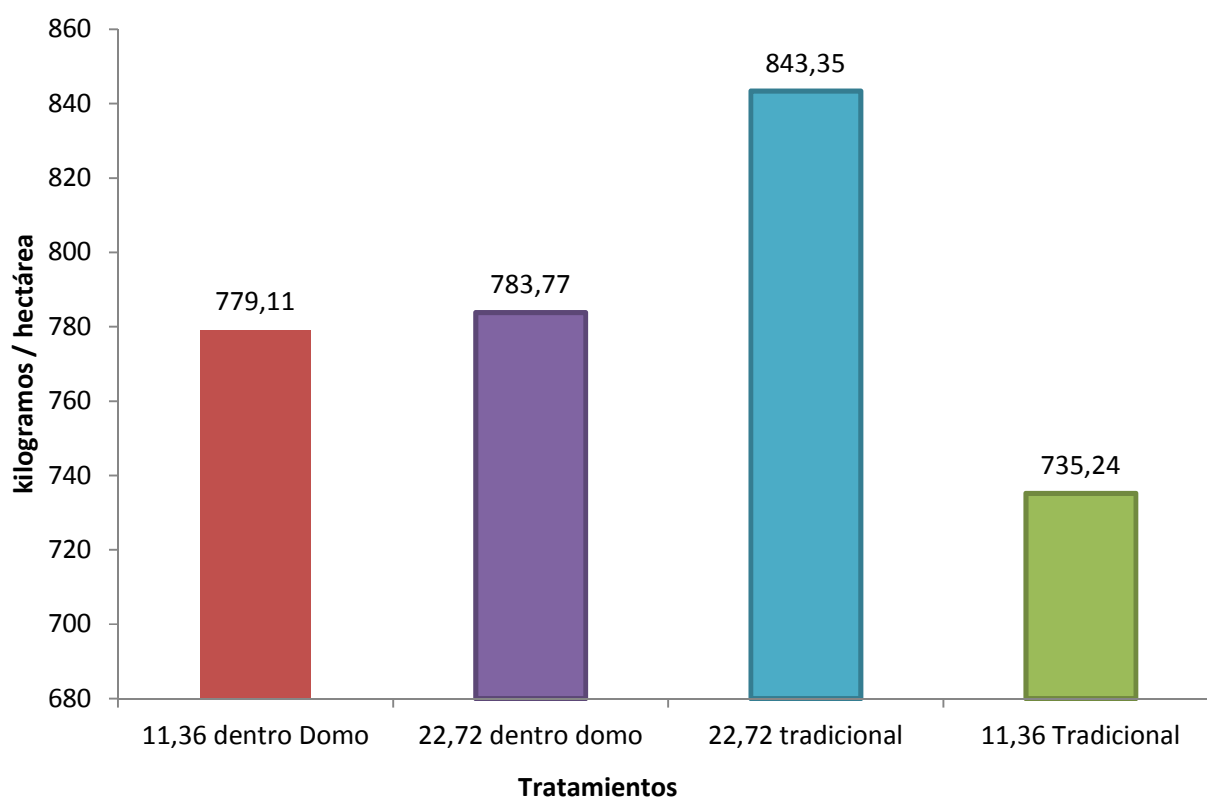


Figura 14. Rendimientos promedio de café pergamino kg ha⁻¹ obtenidos en presecador solar tipo y tradicional al llegar a la categoría de presecado en departamento de Boaco

El rendimiento promedio de la producción cafetalera nicaragüense es muy bajo de 8 a 12 quintales por manzana en los mejores años. En Brasil obtienen 40 quintales por manzana. En Costa Rica sacan 45 quintales, con costos de producción un poco más bajos que Nicaragua (Rivas, 2008)

✓ **Análisis económico del presecador solar y tradicional en Boaco**

A través de un análisis económico, se comparó los tratamientos evaluados para conocer el efecto del presecador solar tipo domo en el presecador de café orgánico ciclo noviembre 2010 febrero 2011 en el departamento de Boaco. Se aplicó la metodología según CIMMYT (1988).

Los altos rendimientos en un cultivo son un factor muy importante para los productores mas aún si el precio es alto , es importante saber a la hora de hacer una investigación que manejo es el más adecuado y determinar que tecnología tiene una mayor rentabilidad económica para el productor.

El análisis del presupuesto parcial realizado según la metodología CIMMYT (1998), determinó que los mayores costos variables los obtuvo el tratamiento de 11.36 kg/m² dentro del presecador con 256.73 USD ha⁻¹, seguido por 22.72 kg /m² dentro del solar con 213.57 USD ha⁻¹ y los menores costos variables 22.72 kg/m² en el presecador tradicional con 129.44 USD ha⁻¹. El tratamiento que obtuvo el mayor beneficio neto fue 22.72 kg/m² en el pre-secador tradicional con 2,164.47 USD ha⁻¹ y el que presentó menores beneficios netos fue 11.36 kg/m² dentro del pre-secador con 1,788.18 USD ha⁻¹.

Cuadro 6. Ingresos brutos, costos de presecado y beneficio netos en el departamento de Boaco

Concepto	T1	T2	T3	T4
Rendimiento promedio kg ha ⁻¹	779.11	783.77	843.35	735.94
Humedad del grano	Preseco	Preseco	Preseco	Preseco
Precio USD kg ⁻¹	2.72	2.72	2.72	2.72
Ingreso bruto \$	2,142.55	2,131.85	2293.91	2,001.75
Depreciación de tecnología USD / año (5 años)	90	90	16.66	16.66
D/H durante el presecado	45.68	28.7	30.9	53.95
Costo Mano de obra USD /día	3.65	3.65	3.65	3.65
H.				
Costo total de mano de obra	166.73	104.75	112.78	196.91
Costos totales que varían USD	256.73	194	129.44	213.57
Beneficio neto	1,885.82	1,937.85	2,164.47	1,788.18

*Precio oficial del dólar: C\$ 21.90 (enero 2011) Fuente: Banco Central de Nicaragua.

*Precio de plaza del pergamino oreado al momento de la cosecha: 86.75 USD / qq.

Para presecar un Kg de café pergamino se necesita 3.06 USD en el interior del presecador solar tipo y 3.46 USD en peso de 11.36 kg/m² para una diferencia de 0,43 USD / Kg a favor del tipo domo. En peso 22.72 kg /m² se encuentra una diferencia de 2.53 USD / Kg a favor del presecador solar tipo domo. En base a los rendimiento, costo de la tecnología y mano de obra.

✓ **Análisis de dominancia en el presecador solar y presecador tradicional del departamento de Boaco**

El análisis de dominancia realizado al presupuesto parcial del ensayo establecido en Boaco (noviembre 2010- febrero 2011), se presentan en el cuadro 8 por la comparación de los tratamientos de mayor costo variables con menor beneficio neto, se muestra que el

tratamiento T3 con costo variable de U\$ 129.44 ha⁻¹ y un beneficio neto de U\$ 2,164.47 U \$ ha⁻¹. No es dominado.

Cuadro 7. Análisis de dominancia presecador solar y pre-secador tradicional de Boaco

Tratamientos	Costos Variables	Beneficio neto	Categoría
T3 (22.72 kg/M ² FP)	129.44	2,164.47	ND
T2 (22.72 kg/M ² DP)	194	1,937.85	D
T4 (11.36 kg/M ² FP)	213.57	1,788.18	D
T1 (11.36 kg/M ² DP)	256.73	1,885.82	D

ND: No dominante

FP= fuera del presecador

DP= dentro del presecador

D:Dominante

✓ **Análisis de la tasa de retorno marginal solar y tradicional del departamento de Boaco**

La comparación económica entre las tecnologías que lograron superar en beneficios netos a los tratamientos. En el cuadro 9 se presenta el tratamiento que no fue dominado, por lo que se procedió realizar un análisis de la tasa de retorno marginal, la cual nos indica que debe utilizar el tratamiento T3 (22.72 kg/m² FP) por tener una tasa de retorno marginal de 927 %

Cuadro 8. Análisis de la tasa de retorno marginal del presecado presecador solar t y tradicional del departamento de Boaco

Tratamientos	Costos Variables	Beneficio neto U\$	Tasa de retorno marginal
No Dominados	U\$ ha ⁻¹	ha ⁻¹	
T3	129.44	2,164.8	1,672.18 %

De acuerdo a los resultados de los análisis económicos de los tratamientos de 11.36 kg /m² y 22.72 kg /m², dentro del presecador solar tipo domo y 11.36 kg /m² y 22.72 kg /m² en el pre-secador tradicional (zarandas tradicionales o presecado en patio), se observa que la mayor rentabilidad la presenta el tratamiento de 22.72 kg/m² en el pre secador tradicional, el dominio de este tratamiento está en relación altos beneficios netos obtenidos y bajos costos variables, además, tiene más cantidad de café y el precio diferido que obtuvo por su humedad (preseco) no es muy diferente al precio al que obtuvo el tratamiento de 11.36 kg /m² dentro del presecador solar tipo domo (medio seca).

4.6 Rendimientos en fincas de café según clasificación obtenida del secado del pergamino, Nueva Segovia

Los rendimientos promedios totales reflejan que dos tratamientos tuvieron los mayores rendimientos: el de 22.72 kg /m² dentro del presecador solar tipo y el 22.72 kg /m² en el presecador tradicional con 1,148.51 kg ha⁻¹ para cada uno, seguido por el tratamiento 11.36 kg/m² en el pre-secador tradicional con 1,129.86 kg ha⁻¹, y el tratamiento de 11.36 kg/m² dentro del pre-secador solar tipo obteniendo el menor rendimiento con 1052.26 kg ha⁻¹

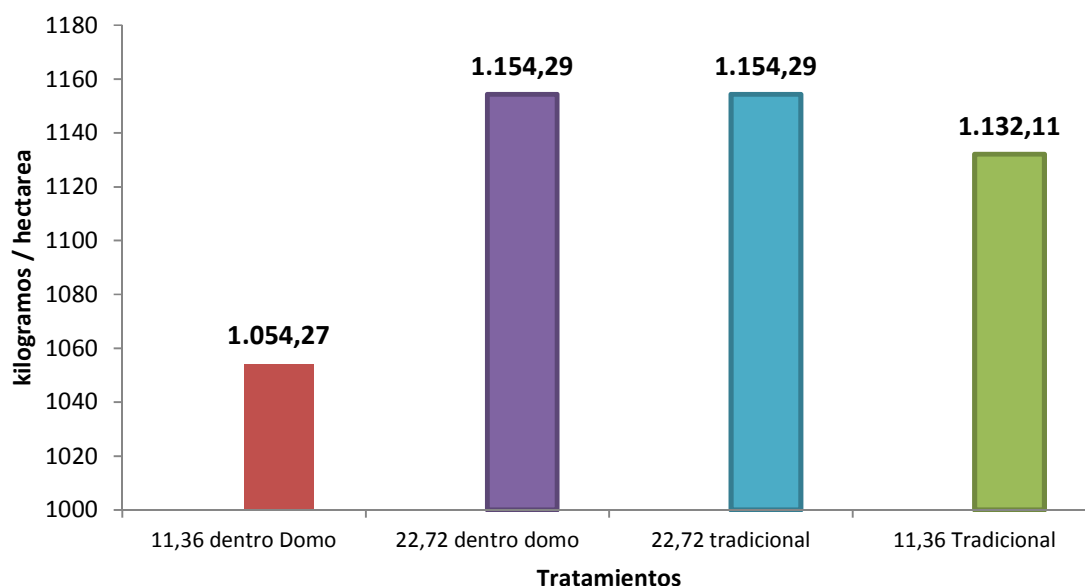


Figura 15. Rendimientos promedios de café pergamino / hectárea⁻¹ obtenidos según la clasificación obtenida en el secador de pergamino en Nueva Segovia.

✓ **Análisis económico del presecador solar y tradicional en Nueva Segovia**

A través de un análisis económico, se comparó los tratamientos evaluados para conocer el efecto del presecador solar tipo domo en el pre-secador de café orgánico ciclo noviembre 2010 febrero 2011. El análisis del presupuesto parcial realizado según la metodología CIMMYT (1988), determinó que los mayores costos variables los obtuvo el tratamiento de 11.36 kg/m² dentro del presecador con 469.97 USD ha⁻¹ seguido por 11.36 kg/m² en el pre secador tradicional 454.94 USD ha⁻¹ y los menores costos variables 22.72 kg/m² en el pre secador tradicional 296.36 USD ha⁻¹. El tratamiento que obtuvo el mayor beneficio neto fue 11.36 kg/m² dentro del presecador con 2,104.22 USD ha⁻¹ y en cambio a estos resultados que presento menores beneficios netos fue 11.36 kg m² en el presecador tradicional con 1,477.13 USD ha⁻¹.

Cuadro 9. Ingresos brutos, costos de presecado y beneficio netos en el departamento de Nueva Segovia

Concepto	T1	T2	T3	T4
Rendimiento promedio kg ha ⁻¹	1054.27	1150.79	1150.79	1132.11
Humedad del Grano	Preseco	Oreado	Oreado	Oreado
Precio USD /kg	2.72	1.90	1.90	1.90
Ingreso bruto \$	2,576.19	1,963.95	1,963.95	1,932.07
Depreciación de tecnología USD / año	90	90	16.66	16.66
D/H durante el presecado	92.76	50.58	50.58	99.6
Costo Mano de obra USD /día H	3.65	3.65	3.65	3.65
Costo de Mano de Obra Total	338.57	184.61	184.61	363.54
Costos totales que varían USD	428.57	274.61	201.27	380.16
Beneficio neto	2,439.04	1,911.89	1,985.23	1,770.84

*Precio oficial del dólar: C\$ 21.90 (Enero 2011) Fuente: Banco Central de Nicaragua.

* Precio de plaza del Pergamino oreado al momento de la cosecha: C\$ 86.75 USD / qq

El costo para presecar un kg de café pergamino mojado en el interior del domo es de 2.45 USD en peso de 11.36 /m² y en el exterior es de 2.98 USD. Habiendo una diferencia de 0,53 USD /kg. En peso de 22.72 / m² se necesito 4,19 USD en el domo y en el exterior 5.73 USD, para una diferencia de 1.54 USD / kg. Esto en base los rendimientos por tratamientos, costo de tecnología y mano de obra.

✓ **Análisis de dominancia del presecador solar tipo y tradicional en fincas de café departamento de Nueva Segovia**

El análisis de dominancia realizado al presupuesto parcial del estudio establecido en de Nueva Segovia (noviembre 2011-febrero 2012), se presentan en el cuadro 12 por la comparación de los tratamientos de mayor costo variables con menor beneficio neto, se muestra que los tratamientos de 22.72 kg/m² en el pre-secador tradicional con costo variable de 296.36 U\$ ha⁻¹ y un beneficio neto de 1694.54 U\$ ha⁻¹ y el tratamiento de 11.36 kg/m² dentro del presecador solar tipo domo con costo variable 469.97 U\$ ha⁻¹ y beneficio neto de 2,104.22 U\$ ha⁻¹ no son dominados.

Cuadro 10. Análisis de dominancia (U\$) presecador solar y presecador tradicional en fincas de café departamento de Nueva Segovia

Tratamientos	Costos Variables U\$ ha ⁻¹	Beneficio neto U\$ ha ⁻¹	Categoría
T3 (22.72 kg/m ² FP)	201.27	1,694,54	ND
T2 (22.72 kg/m ² DP)	274.16	1,594.25	D
T4 (11.36) kg/m ² FP)	380.16	1,477.13	D
T1 (11.36 kg/m ² DP)	428.57	2,104.22	ND

ND: No dominante FP=fuera del pre secador, DP= dentro del pre secador
D: Dominante

✓ **Análisis de la tasa de retorno marginal dentro del presecador solar y presecador tradicional en fincas de café del departamento Nueva Segovia**

La comparación económica entre las tecnologías que lograron superar en beneficios netos a los tratamientos. En el cuadro 12 se presentan los tratamientos que no fueron dominados, por lo que se procedió realizar un análisis de la tasa de retorno marginal, la cual nos indica a utilizar el tratamiento de 11.36 kg/m² dentro del presecador solar tipo domo por tener una tasa de retorno marginal de **204.21 %**.

Cuadro 11 Análisis de la tasa de retorno marginal (TRM) presecador solar y tradicional del departamento de Nueva Segovia

Tratamientos no dominados	Costo Variable US ha⁻¹	Costo marginal US ha⁻¹	Benéfico neto U \$ ha⁻¹	Benéfico marginal U \$ ha⁻¹	Tasa de retorno marginal
T3	201.27		1,985.23		
T1	428.57	227.3	2,104.22	118.99	52 %

De acuerdo a los resultados de los análisis de evaluación de los tratamientos se observa que la mayor rentabilidad la presenta el 11.36 kg/m² dentro del presecador, el dominio está en relación a los altos beneficios netos obtenidos y bajos costos variables. Aunque evaluando el efecto del pre secador solar tipo domo en el pre secado de café orgánico (*Coffea arabica* L.). CIES (2002), para validar las propuestas tecnológicas solares se deben comparar los resultados económicos del secado en las mismas condiciones, con los del proceso en secadores convencionales ejemplo tipo “Guardiola”, instalaciones solares están secador solar multipropósito (SSM) y secador solar de tambor rotario (SSTR) están sobre dimensionados desde el punto de vista energético. Los mayores costos del secado del café tienen lugar en los secadores que mas protegen al producto de las inclemencias del medio (SSM y SSTR), decrecen en el secador convencional y alcanzan sus menores valores para el secado en plazoletas. Decrecen en el secador convencional y alcanzan sus menores valores para el secado en plazoletas. Un análisis integral que involucra consideraciones cinéticas, energéticas y económicas permite proponer una estrategia para el uso extendido del secado solar de café.

V. CONCLUSIONES

- ⌘ Los productores de café orgánico del departamento de Boaco benefician combinaciones granos de cafés de las variedades Catuai, Bourbon y Caturra. Los del departamento de Nueva Segovia también benefician combinación de variedades de Bourbon, Caturra, Maragogype y Lempira.
- ⌘ Los productores del departamento de Boaco y Nueva Segovia practican similares actividades de beneficiado húmedo, diferenciándose en la práctica por productor en clasificación de café uva, fuerza en el despulpado, material para la fermentación y lavado.
- ⌘ El presecador tipo domo produjo efecto en el secado del grano de café pergamino mojado disminuyendo el tiempo de presecado en un día a favor del presecador solar tipo domo.
- ⌘ El presecador solar tipo domo reduce los costos de presecado a un promedio de 0.49 U\$/kg en pesos de 11.36 kg/m² y de 2.03 U\$/kg en pesos de 22.72 kg/m².
- ⌘ El efecto del presecador tipo domo sobre la pérdida de humedad del grano, fue mayor en el volumen de presecado de 11.36 kg/m² con un promedio de 6.3 % por día en Boaco y 4.36 % en Nueva Segovia, alcanzando la clasificación media seca y presecó respectivamente al finalizar el periodo de evaluación.
- ⌘ La tasa de retorno marginal fue mayor en el departamento de Boaco en el presecador tradicional en el tratamiento de 22.72 kg / m² con 927 % y en el departamento de Nueva Segovia en el presecador solar tipo domo con el tratamiento de 11.36 kg/m² con 204.21 %.

VI. RECOMENDACIONES

- ⌘ Se recomienda utilizar un termómetro dentro del presecador para observar el comportamiento de la temperatura y evitar daños en el grano cuando se alcancen temperaturas mayores a 55 °C.
- ⌘ El periodo de presecado de café pergamino mojado debe ser menor en el departamento de Boaco que en el departamento de Nueva Segovia.
- ⌘ Utilizar pesos de 22.72kg/m² para reducir costos en el presecado de café pergamino mojado en ambas localidades.
- ⌘ Se recomienda hacer una evaluación de presecadores construidos con materias de la misma unidad de producción para reducir los costos.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALEMAN, F. 2004. Análisis Económicos de Experimentos de Campo. Universidad
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 2007
3. . Manual de beneficiado húmedo del café. Guatemala. C.A, p. 33-34.
4. BARRUETA V. Y AGUIRRE F.2004. Aprovechando el sol para secar mejor nuestro café: desarrollo de una tecnología apropiada. Consultado el 22 de septiembre del 2012. Disponible en <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/3-manejando-la-poscosecha/aprovechando-el-sol-para-secar-mejor-nuestro-cafe>.
5. BCN (Banco Central de Nicaragua). 2004. Consultado el 25 de agosto del 2012. Disponible en.
6. BERRUTA y AGUIRRE. 2003. Aprovechamiento de energía solar para secado de café. Consultado el 07 de Septiembre. del 2010. Disponible en http://forods.net46.net/files/secador_cafe.pdf.
7. BURRETA Y AGUIRRE. 2004. Manejo de pos- cosecha. Consultado el 12 de septiembre del 2012. Disponible en <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/3-manejando-la-poscosecha/aprovechando-el-sol-para-secar-mejor-nuestro-cafe>.
8. CAFENICA (Asociación de Cooperativas de Pequeños Productores de Café de Nicaragua). 2010. Manual de beneficiado húmedo de café para pequeños productores, Matagalpa, NI, p. 14-15.
9. CEI (Cafés Especiales en Nicaragua). 2010. Análisis de la cadena de valor. Consultado el 18 de septiembre del 2011. Disponible en http://www.cei.org.ni/images/export_value_coffees_nicaragua.pdf.
10. CIES (Centro de Investigación de Energía Solar). 2002. Análisis de opciones para el secado del café. Consultado el 03 de agosto del 2012. Disponible en : en [http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fojs.uo.edu.cu%2Findex.php%2Ftq%2Farticle%](http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fojs.uo.edu.cu%2Findex.php%2Ftq%2Farticle%2F)

2Fdownload%2F1785%2F1327&ei=3b59UMf6OoP28gSsxoGYAg&usg=AFQjCN
HFbl2A5E4Tuhp0z5AMMc57ke0LNA&sig2=GXUboy7-JoASmpy5aKAK5w.

11. COOPCOFEES (Cooperativas de Café). 2005. Control de calidad. Beneficio húmedo. Consultado el 05 de septiembre del 2012. Disponible en <http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/manuel-control-de-calidad.pdf>
12. CYMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición Completamente Revisada. México.
13. DICOVSKY, L. 2009. Manual técnico. Beneficio, calidad, denominación y origen del café. Consultado el 01 de septiembre del 2012. Disponible en <http://norte.uni.edu.ni/wp-content/uploads/manual-tecnico-poscosecha-cafe.pdf>.
14. FADIÑA M., JIRON J. PINEDA. 2006. Manual de Beneficiado Húmedo de Café, Managua Noviembre del 2006. Consultado el 05 de septiembre del 2012.
15. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Beneficiado del café. En línea. Consultado el 04 de noviembre del 2011. Disponible en http://www.coffee-ota.org/3_3_drying.asp?lang=es.
16. FENIAGRO (Federación de Cooperativas Agroindustriales de Nicaragua). 2009. Consultado el 05 de septiembre del 2012. Disponible en <http://www.feniagro.org/directorio/3>.
17. FISCHERSWORRING Y. H, ROBKAMP. R. 2001. Guía para la Caficultura Ecológica. Primera Edición. Alemania.
18. FUNIDES (Fundación para el Desarrollo Tecnológico y Forestal de Nicaragua). 2012. Mejoramiento productivo de la caficultura. En línea. Disponible en http://funides.com/documentos/estudios_especiales/mejoramiento_productivo_de_la_caficultura/mejoramiento_productivo_de_la_caficultura_presentacion.pdf.
19. FUNICA (Fundación para el Desarrollo Tecnológico y Agropecuario de Nicaragua). 2008. Caracterización agroecológica de los sistemas de producción cafetalera de los municipios de Pueblo Nuevo, Dipilto, Jalapa, Telpaneca y San Juan del rio Coco. Las Segovias. Consultado el 05 de septiembre del 2012. Disponible en <http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=variedades+de+cafe+en+Nueva+Sego>

- via&source=web&cd=10&cad=rja&ved=0CFQQFjAJ&url=http%3A%2F%2Funica.org.ni%2Findex%2Findex.php%3Foption%3Dcom_filecabinet%26task%3Ddownload%26cid%255B0%255D%3D7%26Itemid%3D172&ei=DBBIULWTLIPq9ASFwoGIDw&usg=AFQjCNH6sgXYr7eBvNsvdE5pbxeL7k4FJw.
20. GUTIÉRREZ J Y COPETE H.2008. Hacia la mejora de el secado mecánico del café en Colombia. Consultado el 22 de septiembre del 2012.Disponible en http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0CGIQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fitmojs.itm.edu.co%2Findex.php%2Ftecnologicas%2Farticle%2Fdownload%2F240%2F252&ei=xb5-UO2eBse9qAGb8oHABA&usg=AFQjCNEI-OlvbLndMNt_BOTISRN5_nhzXw&sig2=rm28ppbkfhQjZmZhuhHHVQ
 21. ICO (International Coffee Organisation). 2010. Café Orgánico. Consultado el 17 de agosto del 2012. Disponible en <http://www.buenastareas.com/ensayos/Cafe-Organico/955163.html>
 22. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2005. Departamento de Boaco. Consultado el 05 de septiembre del 2012.Disponible en <http://www.visitaboaco.com/boacodepartamento.html>
 23. INFOCAFES (Instituto de Fomento Cafetalero. Dispositivos esenciales en la cosecha y beneficio). 2008. Para mejorar la calidad del café. En línea. Consultado el 18 de septiembre de 2012. Disponible en www.infocafes.com/descargas/biblioteca/22.doc
 24. INIDE (Instituto Nacional de Información del Desarrollo). 2001. Características del departamento de Nueva Segovia. Consultado el 05 de septiembre. Disponible en <http://www.inide.gob.ni/cenagro/perfiles/05%20Nueva%20Segovia.pdf>
 25. INMECAFE. (Instituto Mexicano del Café). 1990. El Cultivo del Cafeto en México. Ed. LAFUENTE, S. A., Xalapa, Veracruz. 248 p.
 26. MONROIG MIGUEL F INGLÉS. 2003. Cultivo y procesamiento de elaboración de café de calidad. Consultado el 06 de agosto del 2010. En línea. Disponible en <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id62.htm>. Consultado el 08 de Septiembre del 2010

27. NTON (Normas Técnicas Obligatorias Nicaraguenses para café Verde). 2004. Normas técnicas para café verde. Consultado el 06 de agosto del 2010. Disponible en <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/fb812bd5a06244ba062568a30051ce81/3b18bf362633187c062572dc006fa835?OpenDocument>
28. PROCAFE (Fundación Salvadoreña para Investigación del Café). 2009. Hoja Técnica. Recolección y Beneficiado del café húmedo. Consultado el 25 de julio del 2012. Disponible en https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:FKydlqRLaRcJ:www.procafe.com.sv/menu/ArchivosPDF/HojaRecoleccionYBeneficiado.pdf+&hl=es&gl=ni&pid=bl&srcid=ADGEESh6zeIrfzR7k8XgyZlj0_6ukoqE8WLZqQkoW4oBqBELy558HcdPF RtkNsvnqpJ6VsTjztJj3dwqGIDTqhhPQqRwFKES-VOnKO-YnA9WASO58RviHI5c4i8cBSiYOOO4t1f31pvI&sig=AHIEtbQlWa1zkpo-LJriYQ5-KkiADSeweQ
29. RIVAS, C. 2008. El café en Nicaragua. Análisis y descripción del comportamiento del Rubro. En línea. Disponible en www.monografias.com/trabajos.../cafe-nicaragua/cafe-nicaragua.pdf. Consultado 05 de septiembre del 2012.
30. ROBLES J. 2009. Manual de buenas prácticas de manufactura en el beneficio bio café oro en terrazu. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00205.pdf>. Consultado: el 24 de septiembre de 2012.
31. UNI (Universidad Nacional de Ingeniería). 2011. Evaluación del presecador del café pergamino en secador solar tipo domo ubicado en fincas con altitudes de 1000 a 1500 m.s.n.m con pequeños productores de Estelí, Madriz y Nueva Segovia. Consultado el 27 de julio del 2012. Disponible en <http://norte.uni.edu.ni/wp-content/uploads/Tesis-Final-Secador-Tipo-Domo-.pdf>.

ANEXOS



Anexo 2. Aspecto del pre-secador solar tipo domo por fuera.



Anexo 3. Aspecto del pre-secador solar tipo domo por dentro.

Anexo 4. Medidor digital de humedad de granos G600



Medidor dímetro G600. Portátil, opera con batería Alcalina de 9 voltios o energía eléctrica de 95 a 240 voltios, 50 ~ 60 Hz por medio de adaptador automático de corriente AC
Compensación automática de temperatura, eliminando la necesidad de usar termómetros o tablas-

Anexo 5. Higrómetro testo 608 h1/h2



Con un diseño atractivo y compacto, el modelo Testo 608s permite la medida continua de la temperatura, la humedad y el punto de condensación. Con cálculo de punto de condensación y display LCD de máx. /mín. de 2 líneas sensor de humedad que no se ve afectado por el agua. Independiente o configurable alimentación por batería PP3 de 9 V (suministrada). El modelo Testo 608-H2, con alarma de LED, advierte si se superan los límites establecidos Sonda NTC.

Anexo 6. Balanza numérica



La balanza colgante tipo reloj utilizada en la evaluación es con capacidad de 50KG / 110LB 200G **modelo vms-h-50**, con números visibles la cual puede ser ajustada en la parte superior para no tener márgenes de errores.

Anexo 7. Materiales para construcción del pre secador solar tipo domo y tradicional

Material	Medida
14 piezas de 2x2	2 varas
6 piezas de 2 x 2	3 varas
5 piezas de 2x 2	3 varas
4 piezas de 2 x2	4 varas
10 piezas de 1 x 5	4 varas
10 piezas de 1 x1	4 varas
9 tubos de P.V.C	3 / 4 ´
9 varillas de hierro de	1/ 4 estándar
2 libras de clavos	4 pulgadas
2 libras de clavos	2 1/2 pulgadas
13 metros de tela para cajilla	1/8
Arena	1 metro
5 bolsas de cemento	
2 bisagras de	3 pulgadas
1 pasador	4 pulgadas
Plástico especial	
Fabricación de cajillas tradicionales	
16 metros de alfajilla	2x2
16 metros de regla	1 x 2
1 libra de clavo	
6 metro de tela para cajilla	1/ 8
Mano de obra 1 día hombre	
16 metros de alfajilla	

La compra de materiales y mano de obra del pre-secador solar es un total de U\$ 450 (dólares) Total de fabricación y elaboración de las cajillas tradicionales (testigo) es de U\$ 54.90 (dólares) (CAFENICA).



Anexo 8. Ubicación de los tratamientos dentro del presecador solar tipo domo



Anexo 9. Pesaje de los tratamientos evaluados