

RENDIMIENTO DE LA MORA (*Rubus glaucus* Benth) UTILIZADA COMO  
FRANJA PROTECTORA EN UN SISTEMA PRODUCTIVO EN EL  
ALTIPLANO DE PASTO

Presentado por  
PAULA ANDREA RODRIGUEZ ROBLES  
SABELY NATALY YANDAR ERAZO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
PASTO COLOMBIA  
2010

EVALUACION DE CARACTERISTICAS FENOLOGICAS Y DE  
RENDIMIENTO DE LA MORA (*Rubus glaucus* Benth) UTILIZADA COMO  
FRANJA PROTECTORA EN UN SISTEMA PRODUCTIVO EN EL  
ALTIPLANO DE PASTO

Presentado por  
PAULA ANDREA RODRIGUEZ ROBLES  
SABELY NATALY YANDAR ERAZO

Anteproyecto de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo

Presidente de tesis  
JESUS CASTILLO Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
PASTO COLOMBIA  
2010

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son responsabilidad del autor”

Artículo 1 del acuerdo N°324 de octubre 11 de 1966 , emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mario Fernando Arcos  
Jurado**

---

**Diego de la Rosa  
Jurado**

---

**Yhancy Eliana Coral Rojas  
Asesora**

**San Juan de Pasto, Mayo de 2011**

# EVALUACION DE CARACTERISTICAS FENOLOGICAS Y DE RENDIMIENTO DE MORA (*Rubus glaucus* B.) UTILIZADA COMO FRANJA PROTECTORA EN UN SISTEMA PRODUCTIVO EN EL ALTIPLANO DE PASTO – NARIÑO - COLOMBIA<sup>1</sup>

## EVALUATION PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS AND YIELD OF BLACKBERRY (*Rubus glaucus* B.) USING LIKE PRODUCER PLOT IN THE PRODUCTIVE SUSTEM IN HIGHLANDS OF PASTO – NARIÑO - COLOMBIA

Paula Rodríguez R.<sup>2</sup>, Sabely Yandar E.<sup>2</sup>, Jesús Castillo<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se evaluaron las características fenológicas y de rendimiento del cultivo de mora (*Rubus glaucus* B.) ubicadas como barrera protectora-conservacionista en un cultivo tradicional de arveja (*Pisum sativum* L.) sembrado en sentido de la pendiente (40%) en la localidad de Obonuco (Nariño - Colombia) a 2800 msnm. Los tratamientos probados fueron T1 (parcelas con barrera) y T2 (parcelas sin barrera). El diseño experimental fue de bloques completos al azar BCA con arreglo factorial de 2 x 3 para evaluar las variables de rendimiento del cultivo de arveja con respecto a tres distancias (D1: 0,5 m, D2: 1 m y D3: 1,5 m), estos datos se sometieron al Análisis de Varianza y a la Prueba múltiple de medias Tukey ( $P \geq 0,05$ ) en el paquete estadístico SAS; además se comparó la pérdida de suelo en los dos tratamientos mediante una Prueba de T. Para los caracteres fenológicos de mora se encontró un ciclo reproductivo máximo de 63 días; junto con características de calidad interna y de calibre de las drupas similares a los valores dictados por la Norma Técnica Colombiana 4106, junto con rendimientos de 4,9 t ha<sup>-1</sup> semestrales. Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, pero no entre distancias, ni su interacción para los componentes de rendimiento del cultivo de arveja presentando 12787 Kg ha<sup>-1</sup> en T1 y 9470 Kg ha<sup>-1</sup> en T2. La pérdida de suelo disminuyó de 41,07 t ha<sup>-1</sup> (T2) a 3,23 (T1). La barrera de mora ofrece frutos de calidad aceptable con rendimientos considerables, influye mejorando la producción del cultivo tradicional en ladera y reduce la velocidad de escorrentía y pérdida de suelo.

**PALABRAS CLAVE:** barrera, conservación, ladera.

---

<sup>1</sup> Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

<sup>2</sup> Estudiantes de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño. Mails: andrea\_latina18@hotmail.com. /sabely.yandar@gmail.com

<sup>3</sup> I. A. M.Sc. PhD. Profesor Asistente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Mail: jacf1995@gmail.com

## ABSTRACT

Phenological characteristics and yield were evaluated of blackberry (*Rubus glaucus* B.) crop as a border conservation protective barrier in a traditional crop in slope of pea (*Pisum sativum* L.) planted in the direction of the slope (40%) in the Obonuco Town ship (Nariño - Colombia) at 2800 masl. The treatments tested were: T1 (plots with barrier) and T2 (plots without barrier). The experimental design was a randomized complete block with factorial arrangement of 2 x 3 to evaluate production variables and yield of traditional crop of pea for three distances from the barrier (D1: 0,5 m, D2: 1 m y D3: 1,5 m), these data were subjected to analysis of variance and Tukey's multiple test ( $P \geq 0,05$ ) in Statistical Analysis System (SAS); in addition, the soil lost was compared in the two treatments using a T'test. For phonological characters of blackberry were found reproductive cycle of 63 days; along with internal quality characteristics and size of the berries similar to the values dictated by the Colombian Technical Standard 4106 and yields of 4,5 t ha<sup>-1</sup> for semester. For pea yield components were found statistically significant differences between treatments, were not found in the experimental areas, or their interaction, with 12787 Kg ha<sup>-1</sup> for T1 y 9470 Kg ha<sup>-1</sup> for T2. The soil lost decreased of 41,07 t ha<sup>-1</sup> (T2) to 3,23 (T1). The blackberry's barrier provides acceptable quality fruits with considerable yields, influence to improved the tradicional crop production in slope and slows runoff and soil lost.

**KEY WORDS:** barriers, conservation, slope.

## INTRODUCCION

La mora pertenece al género *Rubus*, que con alrededor de 400 especies distribuidas en América, Europa, África y Asia se constituye en uno de los géneros de mayor diversidad genética del reino vegetal. En Colombia la principal especie de mora cultivada es *Rubus glaucus* B., conocida como mora de castilla, cuyo origen comprende las zonas tropicales altas de América cultivándose en zonas templadas y frías entre los 1200 y 3000 msnm (Calderón *et al*, 2010). La producción de mora reportada en Colombia es de 99.727 toneladas cosechadas en un área de 11.728 hectáreas, para un rendimiento de 8,5 ton ha<sup>-1</sup> (AGRONET, 2009).

En Colombia existe una gran variabilidad de esta especie en cuanto a tamaño, color y calidad del fruto, constituyéndose en una alternativa de exportación, debido a sus valores nutritivos y las diferentes facultades de transformación como productos procesados, por ello guarda gran importancia para el país y la región nariñense, ya que el potencial de este fruto se halla en su variabilidad de géneros y por ser andino se considera muy diverso y de fácil establecimiento (Casaca, 2005).

La mora, en cuanto a su morfología, es una planta perenne, arbustiva, semi erecta y con tallos rastreros y semi ergidos que forman macollas, junto con raíces racimosas y filiformes, poco profundas que se distribuyen horizontalmente (Montalvo, 2010). Estas características hacen de la planta de mora una alternativa en el uso como barrera protectora – conservacionista.

Gran parte de la producción en los cultivos de ladera se ve afectada por diferentes factores tanto climáticos como de manejo. Una de las causas más importantes y que traen mayores pérdidas en la producción se ve reflejada en la degradación del suelo, la cual contribuye con la disminución de su capacidad para soportar vida, no solo la vegetal, que es la más aparente, sino también la de la microflora y de la fauna. La degradación siempre tiene como efecto principal y más visible, la disminución de la producción de biomasa vegetal. Además, dificulta la integración de la materia orgánica depositada sobre el suelo por la agresión que se produce en la fauna y en la microflora. (Müller-Sämann, 1997).

Los suelos de la zona andina están afectados por procesos erosivos, es por esto que surge la necesidad de desarrollar sistemas de producción más sostenibles para zonas de ladera, con el desarrollo de métodos de bajo costo para reducir la erosión y aumentar la fertilidad del suelo (Müller-Sämann, 1997), los cuales se puedan aplicar en una amplia gama de laderas como en el caso del Departamento de Nariño.

Al igual que en otras áreas, existe una necesidad urgente de diseñar tecnologías de bajos insumos de agricultura sostenible que desaceleren la tasa de erosión del suelo, aumenten la disponibilidad de humedad y mejoren la fertilidad del suelo. (Frers, 2005).

En Chiapas (México), Oropeza y Ramirez (2001) probaron diferentes medidas conservacionistas para controlar la erosión y el escurrimiento en laderas, entre los tratamientos efectivos se encontró que la barrera viva de Cocouite (*Gliricidia sepium* (J) W.) redujo la pérdida de suelo en un 64%. A partir de ésta problemática surgen diferentes soluciones como la siembra de barreras vivas que pueden llegar a ser muy eficientes en el control de la erosión y tienen además la ventaja de ser una tecnología poco sofisticada. Sin embargo, existe la necesidad de mejorar esta tecnología y/o de ampliar sus funciones, para poder superar los obstáculos que se ven a nivel del agricultor y los cuales han impedido una adopción a mayor escala.

Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar las características fenológicas y de rendimiento de mora utilizada como barrera protectora – conservacionista en un sistema productivo tradicional de ladera; junto con la evaluación del efecto de la barrera sobre los componentes de rendimiento del cultivo tradicional y la eficiencia de la franja como capturador de sedimentos.

El estudio fue realizado en el marco del proyecto “Desarrollo y Evaluación de Prácticas de Fertilización en Unidades Productivas Integrales Sostenibles con Papa en la Zona Andina del Departamento de Nariño” con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

## MÉTODOLOGIA

### Localización

El proyecto se desarrolló en el Centro de Investigación FEDEPAPA, ubicada en el Corregimiento de Obonuco a 5Km de la ciudad de Pasto a una altura de 2800 msnm y una temperatura promedio de 12°C, con latitud norte 1° 11' 56'' y longitud oeste 77° 18'15'',

una precipitación promedio anual de 840 mm y vientos fuertes predominantes con dirección Este – Oeste (IDEAM, 2011). La zona de vida según Holdridge (1982), corresponde a bosque seco premontano (Bs-pm). Los suelos de la zona corresponden a Andisoles, los cuales son derivados de ceniza volcánica con contenidos predominantes de alófana (CENICAFE, 2005).

### Área de estudio

Dentro del macroproyecto “Desarrollo y Evaluación de Prácticas de Fertilización en Unidades Productivas Integrales Sostenibles con Papa en la Zona Andina del Departamento de Nariño” se instalaron siete tratamientos (Cuadro 1), de los cuales se seleccionó T5 y T7 para esta investigación, el primero (T5) se estableció como tratamiento 1 (parcelas con barrera de mora) y el segundo (T7) se estableció como tratamiento 2 (parcelas sin barrera de mora) en este estudio, donde se evaluaron las diferentes variables descritas a continuación.

**Cuadro 1. Descripción de tratamientos del macroproyecto.**

Tratamiento	Descripción
T1	<b>Cultivo de papa</b> ( <i>Solanum tuberosum</i> V. parda suprema) con labranza tradicional (mecánica) del terreno y aplicación de fertilización química. Al finalizar el ciclo del cultivo de papa, este será sustituido nuevamente por pasto <b>kikuyo</b> ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ).
T2	Cultivo de <b>papa</b> ( <i>Solanum tuberosum</i> V. parda suprema) <b>con labranza tradicional</b> (mecánica) y aplicación de fertilización química <b>y fertilización orgánica</b> . Al finalizar el ciclo del cultivo de papa, este será sustituido nuevamente por pasto <b>kikuyo</b> ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ).
T3	Cultivo de <b>papa</b> ( <i>Solanum tuberosum</i> V. parda suprema) con barreras de pasto <b>brasileño</b> ( <i>Phalaris</i> sp.), con labranza tradicional (mecánica) y <b>aplicación de fertilización química</b> . Al finalizar el ciclo del cultivo de papa, <b>este</b> será sustituido nuevamente por pasto kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ).
T4	Cultivo de <b>papa</b> ( <i>Solanum tuberosum</i> V. parda suprema) con barreras de pasto <b>brasileño</b> ( <i>Phalaris</i> sp.), con labranza tradicional (mecánica) y <b>aplicación de fertilización química</b> . Al finalizar el ciclo del cultivo de papa, este será sustituido por cultivos transitorios.
T5	Cultivo <b>de papa</b> ( <i>Solanum tuberosum</i> V. parda suprema) con <b>barreras de mora de castilla</b> ( <i>Rubus glaucus</i> B.), con labranza mínima (guachado) y <b>aplicación de fertilización química</b> . Al finalizar el ciclo del cultivo de papa, este será sustituido por cultivos transitorios ( <b>arveja</b> <i>Pisum sativum</i> L.).
T6	Cultivo <b>de papa</b> ( <i>Solanum tuberosum</i> V. parda suprema) con <b>barreras de mora de castilla</b> ( <i>Rubus glaucus</i> B.), labranza tradicional (mecánica) y aplicación de fertilización química <b>y fertilización orgánica</b> , Al finalizar el ciclo del cultivo de papa, este será sustituido por cultivos transitorios.
T7	Parcela <b>testigo, sembrada con cultivo tradicional arveja</b> ( <i>Pisum sativum</i> L.).

El sistema productivo constó de seis parcelas experimentales (repeticiones) sembradas con un cultivo tradicional de arveja (*Pisum sativum* L.) en sentido de la pendiente (40%), en un área de 132 m<sup>2</sup> cada parcela (6 m ancho x 22 m largo).

En tres de las parcelas se instalaron barreras protectoras-conservacionistas con plantas de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) (T1) en forma perpendicular a la pendiente dentro

del cultivo tradicional. El área de cada una de las barreras fue de 24 m<sup>2</sup> (6 m largo x 4 m ancho), compuestas por 2 hileras de 7 plantas de mora, para un total de 14 plantas por barrera. Las tres parcelas restantes se tomaron como testigo dejando en cada una el espacio proporcional a la barrera (24 m<sup>2</sup>) (T2).

El cultivo de arveja fue sembrado con semilla de la variedad San Isidro, adaptable a la zona. Se sembró a 10 cm entre planta y 1 m entre surco, en cada una de las parcelas experimentales. Para las franjas de mora se utilizó el sistema de siembra tresbolillo a una distancia de 0,80 m entre plantas.

### VARIABLES EVALUADAS

#### Características fenológicas de desarrollo del fruto de mora (*Rubus glaucus* B.)

Se evaluaron los estadios fenológicos dentro del período reproductivo del cultivo de mora, el cual encierra la etapa de floración y la etapa de fructificación. La metodología consistió en medir los días que transcurren entre yema floral hasta la obtención del fruto en estado maduro. Para la etapa de floración se seleccionaron los estadios de yema floral, inicio de floración, apertura de flor y polinización. En la etapa de fructificación se tomó en cuenta la formación del fruto hasta llegar a su estado maduro mediante el establecimiento de una escala de cinco colores (Figura 1). Para dicho seguimiento se seleccionaron en total 120 yemas florales al azar en las plantas de las diferentes barreras. Las observaciones se realizaron cada semana, registrando el conteo de los nuevos cambios de estadio en las partes reproductivas seleccionadas con la ayuda de cinta adhesiva de diferente color para cada modificación de estadio.




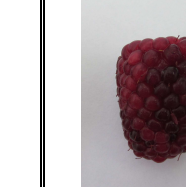
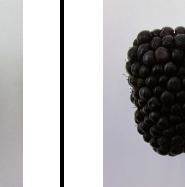
Etapa de Fructificación				
Formación de Fruto				Fruto Maduro
C1 (color 1)	C2 (color 2)	C3 (color 3)	C4 (color 4)	C5 (color 5)
Fruto verde en su totalidad	Fruto más verde que rojo	Fruto más rojo que verde	Fruto rojo	Fruto púrpura
				

Figura 1. Clasificación de la etapa de fructificación según el color de las drupas.

#### Análisis de calidad interna de frutos de mora (*Rubus glaucus* B.)

Para evaluar las siguientes variables se tomó en cuenta la escala de la Norma Técnica Colombiana 4106 (CENICAFE *et al*, 1997) (Figura 2).

- **Contenido de jugo:** Se tomaron muestras de 50g de frutos de mora por cada color de la escala (Figura 2), se llevaron a los Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño, donde se maceraron y con ayuda de un lienzo se extrajo el contenido de jugo

del macerado obtenido. Luego, con una pipeta se midió la cantidad de jugo (ml) que se obtuvo en cada una de las muestras.

- **Contenido de azúcares (sólidos solubles - °Brix):** se tomaron muestras de 100g de frutos de mora por cada color de la escala (Figura 2) y se llevaron al Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño, donde se realizó el respectivo análisis a través del método refracto métrico.
- **Contenido de acidez:** se tomaron 100g de muestra de frutos de mora de cada color de la escala (Figura 2) y se llevaron al Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño para su respectivo análisis y determinación de acidez titulable.
- **Índice de madurez (IM):** se determinó con el cálculo de la relación entre el índice inferior de los sólidos solubles totales (SST) y el índice superior de ácido málico encontrados en las muestras de los frutos de mora de cada color de la escala (Figura 2).



Figura 2. Escala de colores según Norma Técnica Colombiana 4106.  
Fuente: CENICAFÉ *et al*, 1997.

### **Análisis de calibrado de frutos de mora (*Rubus glaucus* B.)**

El calibrado de los frutos de mora se realizó midiendo la longitud, el diámetro y el peso de 10 frutos tomados al azar, correspondientes al color 6 de la escala de colores de la Norma Técnica 4106 (Figura 2), de las muestras llevadas al laboratorio para los análisis bromatológicos. Estas mediciones se realizaron con la ayuda de un pie de rey y una balanza analítica.

### **Componentes morfológicos de frutos de mora (*Rubus glaucus* B.)**

- **Cantidad de tallos terciarios por planta:** se seleccionaron 10 plantas al azar de las barreras dispuestas en cada una de las tres parcelas, a las cuales se les contabilizó los tallos terciarios.
- **Número de drupas por planta:** se seleccionaron 10 plantas al azar de las barreras adecuadas en cada una de las parcelas y se cuantificó el número de drupas en punto de cosecha.

### **Componentes de rendimiento de mora (*Rubus glaucus* B.)**

- **Rendimiento/ha:** en las 36 cosechas realizadas durante nueve meses se tomaron los datos de producción de las barreras, pesando la totalidad de las drupas cosechadas en cada una de las barreras del tratamiento 1 (parcelas con barrera). Estos datos se extrapolaron a  $t \text{ ha}^{-1}$ .

### **Componentes morfológicos del cultivo tradicional arveja (*Pisum sativum* L.)**

Para establecer los componentes morfológicos del cultivo de arveja tanto en T1 (parcelas con barrera) como en T2 (parcelas sin barrera) se tomaron los datos con respecto a las tres distancias o áreas experimentales ya mencionadas (D1: 0,5 m, D2: 1m y D3: 1,5m):

- **Altura de la planta (m):** se tomaron 18 plantas en cada una de las tres áreas evaluadas con respecto a la franja y se midió su longitud (m) con ayuda de una cinta métrica.
- **Longitud de vaina (cm):** se tomaron 10 vainas al azar de cada parcela experimental evaluada y se midió su longitud (cm) con ayuda de una regla.

### **Componentes de rendimiento del cultivo tradicional arveja (*Pisum sativum* L.)**

Para establecer los componentes de rendimiento del cultivo de arveja tanto en T1 (parcelas con barrera) como en T2 (parcelas sin barrera) se tomaron los datos con respecto a las tres distancias o áreas experimentales ya mencionadas (D1: 0,5 m, D2: 1m y D3: 1,5m):

- **Relación granos vs vaina:** se contaron los granos de 3 grupos de 50 vainas al azar por cada distancia evaluada y se hizo el cálculo respectivo.
- **Número de granos/vaina:** a los 3 grupos de 50 vainas tomados anteriormente al azar se les cuantificó la cantidad de granos por separado.
- **Peso de 100 vainas verdes:** se pesaron 3 grupos de 100 vainas en verde al azar por cada área experimental evaluada.
- **Peso de 100 granos verdes:** se pesaron 3 grupos de 100 granos en verde al azar por cada área experimental.

### **Componente suelo**

Se instalaron canaletas de recolección en el límite inferior de cada parcela tanto en T1 (parcelas con barrera) como en T2 (parcelas sin barrera) con el fin de captar los sedimentos (suelo) que se transportan a causa de la erosión hídrica, antrópica, eólica, etc. Se recogió el suelo encontrado en la canaleta cada semana por cuatro meses y medio; se tomó una muestra de 1 kg para ser secada en el horno del Laboratorio de Suelos de la Universidad de Nariño, obteniendo así su peso en seco. Luego, los resultados fueron extrapolados a  $\text{kg ha}^{-1}$  de suelo seco perdido.

## **Evaluación del efecto de la barrera protectora – conservacionista sobre el rendimiento del cultivo tradicional arveja (*Pisum sativum* L.)**

Para evaluar los rendimientos se realizó una comparación entre las producciones presentadas por el cultivo sin la tecnología de reemplazo (barrera protectora) y las producciones obtenidas por el cultivo con el sistema compensatorio aplicado. Se tomaron datos del peso de la cosecha en verde del cultivo de arveja de cada una de las áreas experimentales en los dos tratamientos, para así establecer el rendimiento que determinará la influencia de la barrera de mora sobre el cultivo de arveja.

### **Análisis de las variables**

- **Barrera de mora (*Rubus glaucus* B.)**

Para las variables que se relacionan con los componentes fenológicos y de rendimiento de la barrera de mora, se realizó una comparación teórica con estudios de diferentes localidades, además se tomó como referencia los valores dictados por la Norma Técnica Colombiana 4106 (CENICAFE *et al*, 1997) para análisis de calidad interna y análisis de calibrado.

- **Cultivo tradicional de arveja (*Pisum sativum* L.)**

Las variables evaluadas correspondientes al cultivo tradicional de arveja fueron sometidas al Análisis de Varianza (Andevas) en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones bajo un arreglo factorial 2x3. El *factor A*, corresponde a los dos tratamientos: T1= parcelas con barrera y T2= parcelas sin barrera. El *factor B*, se asignó a las tres distancias en las que se midieron los componentes de rendimiento con respecto a la barrera, estas fueron: D1= 0,5 m, D2= 1 m y D3=1,5 m. La comparación de los valores promedio de las variables de respuesta a los tratamientos se realizó con la prueba múltiple de media de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Los datos se corrieron en el paquete estadístico SAS.

- **Componente suelo**

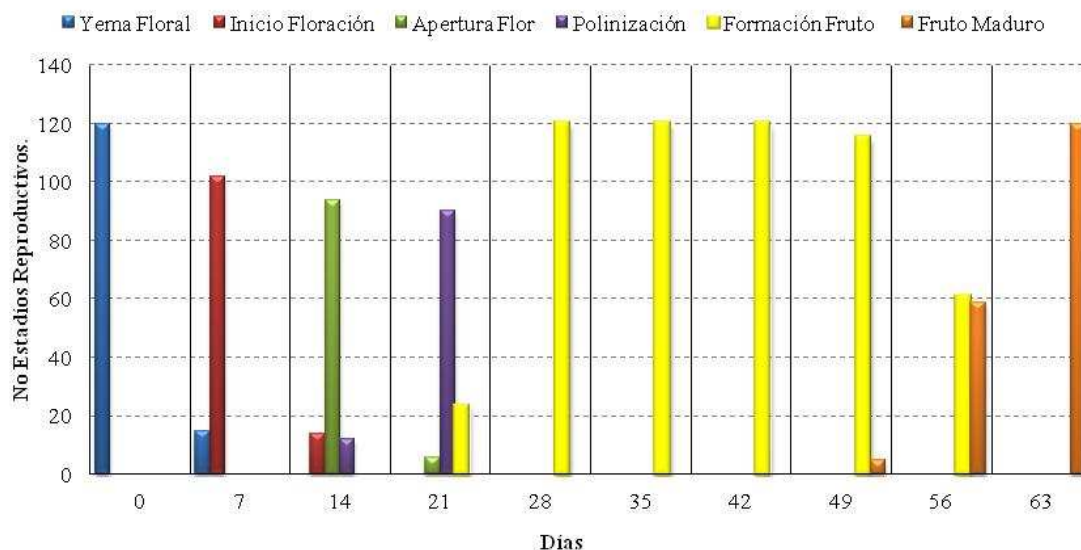
Para evaluar la pérdida de suelo se utilizó una prueba de T ( $P \leq 0,05$ ) con el objetivo de comparar los valores promedio de erosión en el tratamiento 1 (parcelas con barrera) y en el tratamiento 2 (parcelas sin barrera).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Características fenológicas de desarrollo del fruto de mora (*Rubus glaucus* B.)**

En la figura 3 se indica que en el seguimiento fenológico de los frutos de mora se encontró que a los 63 días las 120 yemas florales presentaban estado de fruto maduro. Además, se puede observar que a los 28 días la totalidad de las yemas florales ya se encontraban en el proceso de formación de fruto, habiendo cumplido con su etapa de floración. Por su parte, la etapa de fructificación tardó 35 días en formar el fruto y llegar al punto de madurez fisiológica. Calderón *et al* (2010) en estudios realizados en Cajicá (Cundinamarca) reportó

un tiempo promedio de 78,9 días para llegar a un fruto en estado maduro a partir de una yema floral; por otro lado, Ospina (2010) presentó un ciclo fenológico del fruto de mora de 79 días en promedio. Al comparar los datos de estos autores con los de ésta investigación se puede establecer que en la Zona de Obonuco se encontró precocidad para el ciclo fenológico de los frutos de mora; estas diferencias podrían deberse a las diversas factores ambientales donde se efectuaron los trabajos; puesto que estas condiciones climáticas influyen sobre el tamaño de la planta, su fenología y la duración del tiempo de desarrollo y maduración de los frutos (Fischer, 2010).



**Figura 3. Duración de Estadios Reproductivos.**

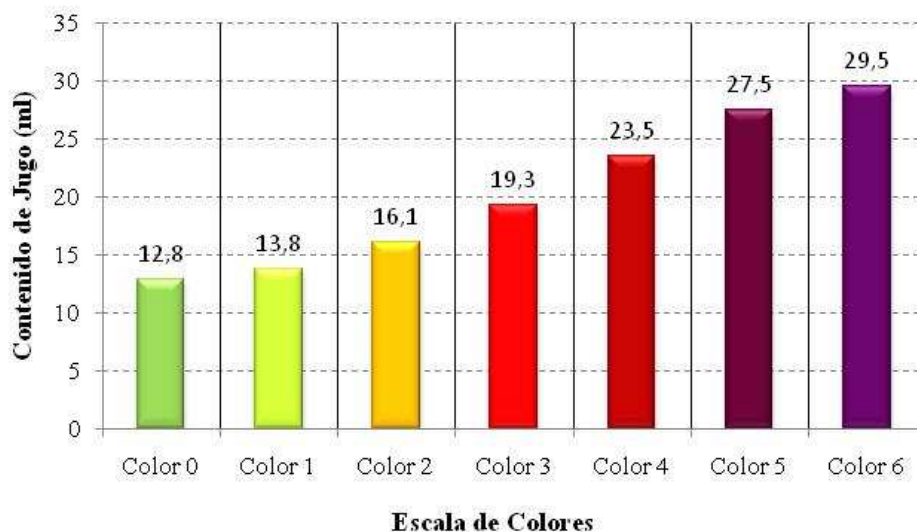
El mayor tiempo del ciclo reproductivo presentado por Calderón *et al* (2010) fue atribuido a factores como la altitud y la temperatura ambiental. Al respecto, Fischer (2000) señala que mayores altitudes retrasan el desarrollo de los frutos en las especies de frutales. La zona de Cajicá se encuentra a 2580 msnm, que frente a los 2800 msnm de la zona de este estudio superan en altitud, lo que descarta la posibilidad de relacionar la precocidad del ciclo fenológico a la altitud donde se encontraba el sistema productivo. Por otra parte, Eraso (1988) condiciona que temperaturas ambientales bajas, siendo en promedio de 12,69 °C, retardan la acumulación de unidades de calor que permiten un mayor y más rápido desarrollo del fruto; lo que pudo haber influido en la precocidad de la fenología de los frutos de mora de la barrera, puesto que la temperatura promedio de la localidad de Obonuco es de 12°C (IDEAM, 2011).

### **Análisis de calidad interna de frutos de mora (*Rubus glaucus* B.)**

- **Contenido de Jugo**

Con respecto al jugo obtenido en los 50 g de frutos de mora de acuerdo a la escala de colores (Figura 2), en el color 0 la cantidad fue de 12,8 ml, de 19,3 ml en el color 3 y de 29,5 ml en el color 6; lo que indica que el contenido de jugo aumenta a medida que los

frutos de mora desarrollan su proceso de maduración correspondientes a los 35 días de la etapa de fructificación, valores similares a los de Aristizabal *et al* (2004) quien en 50g de frutos de mora obtuvo 30 ml de jugo aproximadamente en el color 6 de la escala (Figura 4) y afirma que los frutos presentan una mayor hidratación a medida que ocurre el ablandamiento y llenado de las drupas.



**Figura 4. Contenido de jugo de mora de acuerdo a la escala de colores.**

Según Fischer (2010) el suministro adecuado de agua es fundamental para el buen desarrollo de los frutales, puesto que el estado de mayor demanda de agua por el fruto es durante su llenado. El cultivo de mora necesita una precipitación mínima de 1200 mm anuales (Ospina, 2010); la zona de este estudio contó con 840 mm por año durante las observaciones, por lo que se puede deducir que los frutos de mora de la barrera podrían haber sufrido un estrés hídrico, que a pesar de estas condiciones produjeron contenidos de jugo similares a otros estudios. Esto se puede explicar debido a que la planta al estar sometida a este estrés hídrico procuraba no perder agua, ya que según Cuvertto (2006) los estomas, proveen una adaptación temporal cerrándose cuando el agua se torna limitante, previniendo así una pérdida excesiva de agua que resulta dañina para las plantas, lo que pudo haber influido en el aprovechamiento máximo de las plantas en los eventos de lluvia para utilizarlo en el desarrollo y llenado de sus drupas.

- **Contenido de Azúcares (sólidos solubles totales - °Brix)**

En la figura 5, se observa de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio y teniendo en cuenta la escala de colores, para el color 0 el valor de grados brix fue de 4,6 y que del color 1 al color 3 no hubo variación alguna, pero a partir del color 4 el contenido de azúcares aumenta hasta llegar al color 6 con 7,8°Brix; estos valores hasta el color 5 no superan los límites mínimos dictados por la Norma Técnica Colombiana – NTC 4106 (CENICAFÉ *et al*, 1997), sin embargo en el color 6 el contenido de sólidos solubles es mayor que el de la norma. Además, a medida que la etapa de fructificación se va desarrollando, el contenido

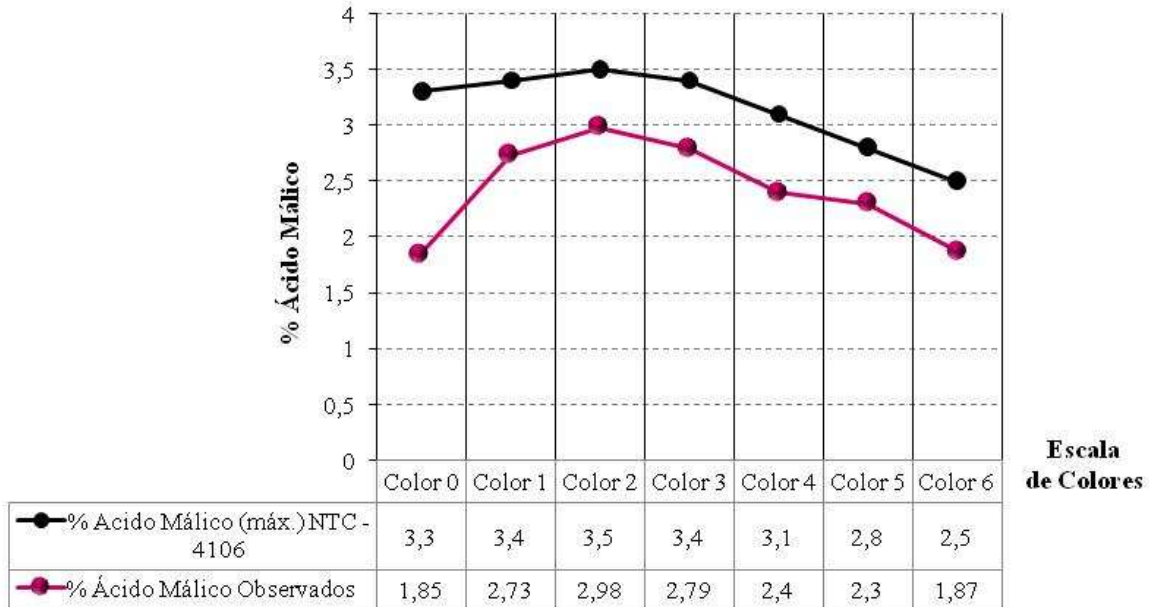
de azúcares va aumentando en los 35 días que completan la formación del fruto hasta obtener un fruto en estado maduro. Fischer (2000), explica que generalmente los SST están influenciados por la alta luminosidad; por su parte, Bautista (1978) argumenta que entre mayores insolaciones experimenten los frutos de mora en su proceso de formación desde la antesis, mayor contenido de sólidos solubles tendrán y que al parecer es mayor el efecto durante las primeras etapas de su desarrollo. Por tanto, los valores que se presentaron en ésta investigación pueden deberse al escaso brillo solar correspondiente a la zona con un promedio de 3,6 horas luz/día (IDEAM, 2011) durante la etapa de floración y fructificación, junto con la baja capacidad fotosintética que presenta el fruto de mora (Aristizabal, 2004).



**Figura 5. °Brix encontrados vs. °Brix mín. (NTC–4106) según escala de colores.**

- **Contenido de Acidez**

En la figura 6 se observa que la síntesis de ácido málico producido y analizado en muestras de 100g de frutos de mora de acuerdo a la escala de colores, siguen la tendencia que presenta la norma con límites máximos de 3,3% en el color 0, pasando por un pico de 3,5% en el color 2 hasta llegar a un valor de 2,5 %. En este estudio, el porcentaje de ácido málico en el color 0 presenta un 1,8%, prosigue con 2,9% en el color 2 y termina con 1,8% en el color 6. García *et al* (2010) afirma que el fruto alcanza el mayor contenido de sólidos solubles totales a medida que sigue su proceso de maduración y además comienza a disminuir la acidez total titulable; por tanto, los valores de ésta investigación se pueden deber a la relación inversamente proporcional que hay entre contenido de azúcares y porcentaje de acidez, que puede ser la causa de las variaciones en cuanto al contenido de ácido málico, además factores internos, tales como mecanismos enzimáticos de desdoblamiento y síntesis de compuestos orgánicos influyen en la fase de maduración (Bautista, 1978).



**Figura 6. Ácido málico (%) obtenidos vs. Ácido málico (máx.) - NTC según la escala de colores.**

- **Índice de Madurez (IM)**

La figura 7 presenta valores de IM para los frutos de mora de acuerdo a la escala de colores, en los cuales 2,8 correspondió al color 0, luego descendió en el color 2 a 1,9 y se incrementó para el color 6 con 4,4; comparados con los límites mínimos de IM establecidos en la Norma Técnica, donde en el color 0 es de 1,6, en el color 2 de 1,7 y de 3,1 para el color 6; por tanto, se puede observar que los datos obtenidos en esta investigación obedecen a la tendencia lineal de la norma.

García (2008) encontró un promedio de índice de madurez de 9 para mora sin espinas en punto de madurez fisiológica y afirma que en una relación a mayores sólidos solubles (7) y mayores porcentajes de ácido (0,9) el índice de madurez va a obtener valores altos (11.9) y que a menores SST (5,5) con menores porcentajes de ácido (0,4) el índice de madurez va a ser bajo (7,45). Según lo anterior y los análisis tanto de °Brix (7,8) y de acidez titulable (1,8) para el color 6, el cual corresponde al punto de madurez fisiológica, se presenta un IM de 4,3, superando el límite mínimo dictado por la norma para este color; lo que se puede atribuir a que los contenidos de SST y %acidez en el color 6 fueron los suficientes para establecer un índice de madurez idóneo en los frutos de mora de la barrera para su comercio.



**Figura 7. Índices de madurez de acuerdo a la escala de colores.**

#### **Análisis de calibrado de frutos de mora (*Rubus glaucus* B.)**

En la medición de los frutos de mora cosechados de las barreras protectoras se encontró en promedio un diámetro de 18 mm, 27 mm de largo y 8,1 g de peso. Según la clasificación dictada en la Norma Técnica 4106 (CENICAFÉ *et al*, 1997), las drupas corresponden al calibre D (Cuadro 2) en cuanto al diámetro; sin embargo, para el promedio del peso del fruto se encuentra entre el calibre B y C.

**Cuadro 2. Clasificación por calibre según Norma Técnica Colombiana 4106.**

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Calibre</b>	<b>Peso promedio (g)</b>
≥ 27	A	9,2
26 -23	B	8,8
22 -19	C	6,2
18 - 14	D	4,2
≤ 13	E	3,2

Fuente: CENICAFÉ *et al*, 1997.

Montalvo (2010), afirma que los valores de la relación largo/diámetro (L/D) presentan dos casos característicos; con valores cercanos a uno, corresponden a una forma redonda y los valores superiores a uno, presentan una forma alargada. Para ésta investigación se encontró una relación L/D de 1,5 en contraste con el 1,25 y 1,13 de estudios realizados por Ariza *et al* (2009) y Mejía (2011) respectivamente; lo que quiere decir que las drupas de la zona de Obonuco muestran un mayor tamaño y una forma alargada; además Calderón *et al* (2010)

estableció un peso promedio de fruto de 5,3 g., valor inferior al de este estudio (8,1 g), lo cual puede influir en los rendimientos al presentar una tendencia a producir frutos más grandes y de mayor peso en comparación a otros estudios.

Según Fischer (2010) el cuajamiento y llenado del fruto se beneficia en localidades con buenas precipitaciones; además, cuando falta el agua en algunas fases críticas como la formación del fruto, estos se quedan pequeños. En la zona de Obonuco se cuenta con una precipitación anual de 840 mm anuales, lo cual no supe el requerimiento hídrico óptimo para el cultivo de mora, siendo este de 1200 mm mínimos anuales (Ospina, 2010); por otra parte, cabe anotar que en los meses que se tomaron las muestras para el análisis de calibre fueron los que presentaron más horas lluvia/día con un valor de 3,8 que pudo haber influido en el tamaño y peso de las drupas.

### **Componentes morfológicos de frutos de mora (*Rubus glaucus* B.)**

- **Cantidad de tallos terciarios por planta**

Al realizar el conteo de tallos terciarios por planta se encontró un promedio de 7 tallos aproximadamente. Graber (1997), reportó que los tallos terciarios producen más que los secundarios y estos más que los primarios, no por tallo, pero en total. Además, la mora de castilla presenta una notable capacidad productiva, observándose la producción de un mayor número de tallos productivos con disminución de tallos improductivos y un macollamiento de 15 a 20%, siendo en un 95% aproximadamente tallos productivos (Bernal y Díaz, 2006). Por tal razón se estableció un promedio de tallos terciarios, ya que esta información puede ser importante al momento de establecer los componentes de rendimiento, al mismo tiempo de convertirse en ventaja para ser una buena alternativa en un sistema productivo.

- **Número de drupas por planta**

Al contabilizar los frutos de mora en punto de madurez fisiológica se encontró de 78 a 130 drupas por planta. Montalvo (2010) reportó un número de drupas de 100 a 150 por planta en provincias del Ecuador; datos que superan a los presentados en esta investigación. Según Fischer (2010) el rendimiento en términos de calidad y cantidad es sustancialmente determinado por las condiciones ambientales de la localidad donde se cultivan y de las prácticas de manejo de cultivo. Por otro lado, Bautista (1977) afirma que el número de frutos por planta está influenciado por las condiciones de medio ambiente que prevalecieron durante el estudio y que las producciones por planta disminuyen en aquellos meses en que la precipitación fue menor a 100 mm o mayor de 350 mm. Por tanto, es posible que la precipitación haya jugado un papel importante en la cantidad de drupas por planta en este estudio, ya que en la zona se presentaron meses con precipitaciones mínimas de 67,5 mm y máximas de 135 mm en promedio.

## Componentes de rendimiento de mora (*Rubus glaucus* B.)

- **Rendimiento**

En las cosechas realizadas durante 36 semanas en un lapso de nueve meses se presentó una producción promedio de 1,9 kg por semana en los 24 m<sup>2</sup> que corresponden a la barrera de mora del tratamiento 1 (parcelas con barrera). Si el sistema productivo del cultivo tradicional más la barrera de mora se instalara en una hectárea, se podrían adecuar seis franjas de mora cada una con un área de 400 m<sup>2</sup> (4 m de ancho x 100 m de largo) y una producción de 31,6 kg por barrera semanalmente, para un total de 190 kg ha<sup>-1</sup> por semana.

El rendimiento semestral presentado según la Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño (2010) fue de 4,9 t ha<sup>-1</sup>; que comparado con el rendimiento semestral de las barreras del sistema productivo sería de 4,8 t ha<sup>-1</sup>; al comparar los resultados, se puede observar que los rendimientos son similares, teniendo en cuenta que la barreras poseen una menor extensión; a diferencia de los cultivos intensivos, donde las áreas productivas son más amplias.

Las barreras vivas además de actuar como un control de erosión, prestan diferentes beneficios de valor agregado entre ellos la incorporación de nitrógeno y otros elementos esenciales al suelo (Cubero, 1999); por otra parte, Ospina (2010) indica que el nitrógeno en el cultivo de mora es esencial para el crecimiento y desarrollo, incrementando los rendimientos. Es por esto que los buenos rendimientos de las barreras de mora se podrían adjudicar a la acción colectora de nutrimentos de las mismas, los cuales pueden ser aprovechados por las plantas. De igual manera, la medida conservacionista posiblemente brinda condiciones aptas, que mejoran la producción de mora y aumentan los rendimientos.

## Componentes de rendimiento del cultivo tradicional arveja (*Pisum sativum* L.)

**Tabla 1. Análisis de Varianza para No de granos, granos/vaina (g/v), peso de 100 granos y peso de 100 vainas en arveja (*Pisum sativum* L.)**

FV	GL	CM			
		No Granos	Granos/vaina	Peso 100 granos	Peso 100 vainas
Modelo	7	1480,1	0,5	21,1	142,8
Rep.	2	0,9	3,8×10 <sup>-4</sup>	2,6	0,1
Tratamientos	1	10333,5**	4,1**	132,5**	983**
Dist.	2	11,2 <sup>ns</sup>	4,4×10 <sup>-3</sup> <sup>ns</sup>	4,8*	1 <sup>ns</sup>
Trat. x Dist	2	1,7 <sup>ns</sup>	6,8×10 <sup>-4</sup> <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	7,1 <sup>ns</sup>
Error	46	12,0	4,8×10 <sup>-3</sup>	1,2	4,2
Total	53				

\*Diferencias significativas; \*\*Diferencias altamente significativas ( $P \geq 0,05$ ); ns, no significativo ( $P \geq 0,05$ ).

El Análisis de Varianza indica diferencias estadísticas altamente significativas para las variables número de granos, granos/vaina, peso de 100 granos y peso de 100 vainas entre tratamientos. No se encuentran diferencias estadísticas significativas para distancias en las variables No de granos, granos/vaina y peso de 100 vainas, ni su interacción. En la variable peso de 100 granos se encontraron diferencias estadísticas significativas para distancias, pero no su interacción (Tabla 1).

La prueba de comparación de medias Tukey indica que el mayor número de granos encontrados se presentó en el tratamiento 1 (parcelas con barrera) con 275,1; diferencias estadísticas altamente significativas al tratamiento 2 (parcelas sin barrera) con 247,4 granos. De igual manera, la prueba de comparación de medias Tukey para granos/vaina (g/v) indica que el tratamiento 1 con un promedio de 5,5 granos /vaina presenta diferencias altamente significativas frente al tratamiento 2 con un promedio de 4,9 granos/vaina (Tabla 2).

Para la variable peso de 100 granos según la prueba de comparación de medias Tukey se presentaron diferencias altamente significativas para el tratamiento 1 (parcelas con barrera) con 78,7 g, con respecto al tratamiento 2 (parcelas sin barrera) con 75,5 g. Así mismo, en la variable peso de 100 vainas el tratamiento 1 se encontró con diferencias estadísticas altamente significativas al tratamiento 2, presentando un promedio de 577,4 en T1 y 568,9 en T2 (Tabla 2).

**Tabla 2. Prueba de comparación de medias Tukey para las variables No de granos, granos/vaina (g/v), peso 100 granos, peso 100 vainas en arveja (*Pisum sativum* L.).**

Tratamiento	Media			
	No granos	g/v	Peso (g) 100 granos	Peso (g) 100 vainas
1	275,1 a	5,5 a	78,7 a	577,4 a
2	247,4 b	4,9 b	75,5 b	568,9 b

*Promedios con letras distintas en la misma columna presentan diferencias altamente significativas según la prueba de medias Tukey ( $P \geq 0,05$ ).*

Las diferencias estadísticas altamente significativas presentadas en el Análisis de Varianza y en la prueba de comparación de medias Tukey para las variables No de granos, granos/vaina, peso de 100 granos y peso de 100 vainas entre tratamientos, se pueden deber al efecto causado por la barrera en la disminución del lavado de nutrientes y minerales por causa de la pendiente, ya que el fin principal del establecimiento de las barreras vivas es el de lograr controlar en cierto grado los niveles de erosión de los suelos. Ellas actúan como reductoras de la velocidad del agua de escorrentía pendiente abajo y además sirven como filtros vivos, que retienen los sedimentos y nutrientes del suelo y residuos vegetales que transporta el agua que escurre sobre el terreno (Cubero, 1999).

Según Chávez y Quistial (2010) cuando el número de granos se sitúa entre tres y cuatro se considera bajo, medio entre cinco y seis y alto mayor de seis; es decir que para el tratamiento 1 (parcelas con barrera), se presentó un nivel medio de granos/vaina, que en comparación al tratamiento 2 (parcelas sin barrera) con 4,9 g/v este se encuentra entre los

niveles bajos de granos/vaina, resultados que pueden ser favorables para el rendimiento del cultivo, en donde se puede reflejar el efecto que la barrera puede producir.

El peso de 100 granos fue la variable que presentó diferencias significativas para distancias, con un promedio de 77,4 g para las distancias D2 (1 m) y D3 (1,5 m) a diferencia de la distancia D1 (0,5 m) con 76,5 g. Este comportamiento se puede explicar porque la variable peso de 100 semillas son poco afectadas por el ambiente y que las diferencias presentadas se debe más a la carga genética de las mismas, según Martínez y Martínez (1997).

**Tabla 3. Análisis de Varianza para la variable altura de planta en arveja (*Pisum sativum* L.).**

FV	GL	CM
		Altura de planta
Modelo	7	0,03
Rep.	2	$5,4 \times 10^{-3}$
Trat	1	0,23 **
Dist	2	$3,2 \times 10^{-3}$ ns
Trat. x Dist	2	$1,3 \times 10^{-3}$ ns
Error	100	$1,4 \times 10^{-3}$
Total	107	

\*\*Diferencias altamente significativas ( $P \geq 0,05$ ); ns, no significativo ( $P \geq 0,05$ ).

**Tabla 4. Análisis de Varianza para la variable longitud de vaina en arveja (*Pisum sativum* L.).**

FV	GL	CM
		Long. Vaina
Modelo	7	6,12
Rep.	2	0,67
Trat.	1	40,13 **
Dist.	2	0,32 ns
Trat. x Dist	2	0,37 ns
Error	172	0,45
Total	179	

\*\*Diferencias altamente significativas ( $P \geq 0,05$ ); ns, no significativo ( $P \geq 0,05$ ).

**Tabla 5. Prueba de comparación de medias Tukey para las variables altura de planta y longitud de vaina en arveja (*Pisum sativum* L.).**

Trat.	Media	
	Altura planta (cm)	Long. Vaina (cm)
1	176 a	8,12 a
2	167 b	7,17 b

Promedios con letras distintas en la misma columna presentan diferencias altamente significativas según la prueba de medias Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

El análisis de varianza para cada una de las variables altura de planta y longitud de vaina detecta diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticas significativas para distancias, ni su interacción (Tabla 3 y Tabla 4).

La prueba de comparación de medias Tukey para la variable altura de planta, indica que el tratamiento 1 (parcelas con barrera) presentó diferencias altamente significativas con 176 cm de alto, en contraste con el tratamiento 2 (parcela sin barrera) con 167cm (Tabla 5). Este comportamiento puede deberse a que la variedad sembrada (San Isidro) tiene un hábito de crecimiento indefinido y su longitud es mayor de 1.50m (Arteaga *et al*, 2007); Además, cabe anotar que posiblemente el efecto que produce la barrera en la retención del arrastre de sedimentos puede beneficiar el crecimiento de las plantas.

La variable longitud de vaina según la prueba de comparación de medias Tukey indica que el promedio en el tratamiento 1 (parcelas con barrera) fue de 8,12 cm, el cual presenta diferencias estadísticas altamente significativas con respecto al tratamiento 2 (parcelas sin barrera) con un promedio de 7,17 cm (Tabla 5). Estas diferencias pueden deberse a la variabilidad de las condiciones ambientales como exceso de humedad en el suelo en la etapa temprana del desarrollo del cultivo o por la reducción en la luminosidad a lo largo del cultivo. Además, de acuerdo con la longitud de vaina la planta de arveja desarrolla un número de óvulos guardando un espaciamiento necesario para el desarrollo posterior de los granos, por tanto la longitud de la vaina y el número de óvulos por vaina guarda exactamente la misma relación de distanciamiento de acuerdo con el tamaño final del grano (Clavijo y Galindo, 2007). Según lo anterior, se puede deducir que esta variable es una de las más importantes dentro del cultivo tradicional de arveja, puesto que se relaciona directamente con el rendimiento, ya que a mayor longitud de vaina mayor número de óvulos que madurarán convirtiéndose en granos.

### **Componente suelo**

A nivel estadístico, al realizar la prueba de T se pudo establecer que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 6), ya que los resultados muestran que en promedio las pérdidas de suelo pueden ser de 3,23 t ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 1 (parcelas con barrera) y de 45,07 t ha<sup>-1</sup> en T2 (parcelas sin barrera).

Cubero (1999), afirma que la principal función de las barreras vivas no debería ser el atrapar el sedimento desprendido y arrastrado por la escorrentía superficial, sino frenar la velocidad de esta escorrentía, para que no alcance límites erosivos. Este concepto se puede evidenciar en esta investigación, debido a que la barrera puede actuar como una medida conservacionista, aplacando el transporte de sedimentos en sentido de la pendiente. Además, Oropeza y Ramírez (2001) afirman que estudios sobre la mecánica del proceso erosivo indican que la erosión del suelo es más importante en terrenos con pendientes fuertes, grandes longitudes y estructura frágil, donde la cubierta vegetal es insuficiente para disminuir el impacto de las lluvias de alta intensidad, que incrementan el escurrimiento en laderas.

Los resultados presentados por este estudio también pueden deberse a la acción del sistema de raíces de la mora sobre el escurrimiento por efecto de la pendiente (40%), ya que estas plantas poseen raíces que se distribuyen en los primeros 30 cm del suelo y tienen una disposición horizontal hasta más de 1 m (Cabezas, 2008) y según Valdés (2010) las raíces desempeñan una función ecológica importante porque su estructura forma una especie de malla que protege el suelo, evitando que se desprenda ante los elementos que la golpean; adicionalmente, al adherirse a las partículas del suelo, lo mantienen unido como si tuviese una especie de pegamento y, por último, absorben el exceso de agua que al acumularse debilita el terreno haciendo que se desprenda, como en el caso de las pendientes inclinadas. Todavía algo mejor, entre mayor es la cantidad de raíces a lo largo y a lo ancho, más protegido queda el suelo porque más grande es la malla que lo cubre.

En estudios realizados en Valle de Bravo (México) por Mancilla *et al* (2009) se describieron el diseño de terrazas de banco para plantaciones forestales. Antes del establecimiento de los bancales, en parcelas con 30% de pendiente, la erosión fue de 32.31 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; después de construir la terraza, se calcularon 1.18 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de erosión. Aunque la medida de conservación no es la misma, se puede observar que los sistemas aplicados a reducir la erosión y la velocidad de escorrenría muestran buenos resultados, como ocurrió en la localidad de Obonuco.

**Tabla 6. Prueba de T para el componente suelo (suponiendo varianzas iguales).**

	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>Media</b>	3,23 *	45,07 *
<b>Varianza</b>	29,42	352,35
<b>Observaciones</b>	54	54
<b>Varianza agrupada</b>	190,88	
<b>Diferencia hipotética de las medias</b>	0	
<b>Grados de libertad</b>	106	
<b>Estadístico t</b>	-15,73	
<b>P (T ≤ t) una cola</b>	8,53E-30	
<b>Valor crítico de t (una cola)</b>	1,65	
<b>P (T ≤ t) dos colas</b>	1,71E-29	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	1,98	

*T1 parcelas con barrera; T2 parcelas sin barrera*  
 \* Diferencias significativas según Prueba de T ( $P \leq 0,05$ ).

### **Evaluación del efecto de la barrera protectora – conservacionista sobre el rendimiento del cultivo tradicional arveja (*Pisum sativum* L.)**

El Análisis de Varianza para el rendimiento del cultivo tradicional de arveja (*Pisum sativum* L.), detecta diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. No se encontraron diferencias significativas entre distancias, ni su interacción (Tabla 7).

La prueba de comparación de medias Tukey indica que el promedio de rendimiento fue de 12787,7 kg ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 1 (parcelas con barrera), que difiere estadísticamente del tratamiento 2 (parcelas sin barrera) con un promedio de 9470 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 8). Las barreras conservacionistas proporcionan mayor eficiencia en el control del escurrimiento superficial por la acción filtrante de la vegetación, que provoca la acumulación de suelo deslavado y de sedimentos, mejorando las condiciones para los cultivos (INIFAP, 2009). Por tanto, puede ser que la influencia y el beneficio que presta la barrera protectora-conservacionista de mora es eficiente y aporta al rendimiento de los cultivos tradicionales producidos en ladera.

Si se compara el rendimiento promedio reportado en el primer semestre del 2010 en la región nariñense que fue de 7300 kg ha<sup>-1</sup> aproximadamente (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño y CCI, 2010) con los rendimientos presentados en el tratamiento 1 (parcelas con barrera) de 12787,7 kg ha<sup>-1</sup>, se puede notar que el sistema productivo conservacionista sobrepasa a grandes rasgos los rendimientos de las demás localidades dedicadas a la siembra de arveja en Nariño. Por tal razón, se puede demostrar el efecto positivo que descarga la adecuación de las barreras protectoras-conservacionistas sobre los cultivos tradicionales producidos en pendientes, al reducir la velocidad de la esorrentía y sectorizar la longitud de la pendiente; lo que convierte a esta medida en una alternativa viable para los agricultores al momento de implementar un sistema productivo.

**Tabla 7. Análisis de Varianza para la variable rendimiento del cultivo tradicional de arveja (*Pisum sativum* L.).**

FV	GL	CM
		Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
Modelo	7	1648265,39
Rep.	2	49850,79
Trat.	1	10645552,06 **
Dist.	2	134994,69 <sup>ns</sup>
Trat. x Dist	2	261307,34 <sup>ns</sup>
Error	28	128235,8
Total	35	

\*\*Diferencias altamente significativas ( $P \geq 0,05$ ); ns, no significativo ( $P \geq 0,05$ ).

**Tabla 8. Prueba de comparación de medias Tukey para la variable de rendimiento del cultivo tradicional arveja (*Pisum sativum* L.).**

Trat.	Media
	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
1	12787,7 a
2	9470 b

Promedios con letras distintas en la misma columna presentan diferencias altamente significativas según la prueba de medias Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

## CONCLUSIONES

La barrera protectora – conservacionista de mora (*Rubus glaucus* B.) presento frutos con un ciclo reproductivo máximo de 63 días y características de calidad interna de 29,5 ml de jugo, 7,8°Brix, 1,8% de acidez y 4,4 de índice de madurez en el punto de madurez de cosecha, junto con 8,1 g de peso, 27 mm de longitud y 18 mm de diámetro, obteniendo rendimientos de 4,9 t ha<sup>-1</sup>.

La barrera conservacionista redujo la pérdida de suelo de 45,07 t ha<sup>-1</sup> en monocultivo a 3,23 t ha<sup>-1</sup> en el sistema productivo, disminuyendo la escorrentía y su velocidad en cultivos tradicionales sembrados en ladera.

El sistema productivo aumenta los rendimientos de 9470 kg ha<sup>-1</sup> en monocultivo tradicional a 12787,7 kg ha<sup>-1</sup> en cultivos con medida conservacionista, influyendo positivamente en sus componentes, tales como No de granos (275,1), granos/vaina (5,5), peso de 100 vainas (577,4 g), peso de 100 granos (78,7), altura de planta (176 cm) y longitud de vaina (8,12 cm).

## LITERATURA CITADA

AGRONET. 2009. Informe principal: área cosechada, producción y rendimiento de mora. En: <http://www.agronet.gov.co/www/html3b/ReportesAjax/VerReporte.aspx>. 3 p.; consulta: octubre 2011.

Aristizabal, B.; Chaparro, C.; Gómez, P.; López, R.; Peñuela, A. y Rojas, J. 2004. Caracterización de los Productos Hortofrutícolas Colombianos y Establecimiento de las Normas Técnicas de Calidad. Centro de Investigación del Café – Cenicafé y Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA. Chinchiná – Caldas. 213 p.

Ariza, C.; Ariza, M.; Barrero L.; Espinosa, N.; García, A. y Sánchez, D. 2009. Evaluación agronómica, nutricional y selección participativa de materiales de mora en Silvania, Cundinamarca. En: caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado. En: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/2009122101453\\_Caracterizacion\\_mora.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2009122101453_Caracterizacion_mora.pdf), p. 34-42; consulta: septiembre 2011.

Arteaga G.; Betancourth C.; Coral S., Orozco C. y Sañudo B. 2007. La Arveja Como Opción Competitiva en la Región Andina. Editorial universitaria – Universidad de Nariño: Pasto, Colombia. 91 p.

Bautista, D. 1977. Observaciones sobre el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) en los andes Venezolanos. En: *Agronomía Tropical*. 27 (2); En: [http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at2702/arti/bautista\\_d.htm](http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2702/arti/bautista_d.htm), p. 253 -260; consulta: agosto 2011.

\_\_\_\_\_. 1978. Influencias de la temperatura, la insolación y la precipitación sobre los sólidos solubles del fruto de la mora (*Rubus glaucus* B.). En: *Agronomía Tropical*. 28 (4);

En:[http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at2804/arti/bautista\\_d2.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2804/arti/bautista_d2.htm), p. 399 – 407; consulta: septiembre 2011.

Bernal, J. y Díaz C. 2006. Materiales locales y mejorados de tomate de árbol, mora y lulo sembrados por los agricultores y cultivares disponibles para su evaluación en Colombia. En: Boletín Divulgativo No 7. En: [http://www.corpoica.org.co/sitioweb/libreria/verpublicacion.asp?id\\_publicacion=1277](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/libreria/verpublicacion.asp?id_publicacion=1277), 8 p.; consulta: octubre 2011.

Cabezas, M. 2008. Evaluación nutritiva y nitraceútica de la mora de castilla (*Rubus glaucus* B.) deshidratada a tres temperaturas por el método de secado en bandejas. Tesis de grado Bioquímico Farmacéutico, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. En: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/200/1/56T00172.pdf>, 124 p.; consulta: septiembre 2011.

Calderón, L.; Grijalba, C. y Pérez, M. 2010. Rendimiento y calidad de la fruta en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca - Colombia). En: Revista Facultad de Ciencias Básicas. En: <http://www.umng.edu.co/www/resources/MORA.pdf>, 17 p.; consulta: agosto 2011.

Casaca, Á. 2005. El cultivo de la mora. En: <http://www.zamorano.edu/gamis/frutas/mora.pdf>, 14 p.; consulta: junio 2010.

Centro Nacional de Investigación del Café – CENICAFÉ; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. 1997. Norma Técnica Colombiana 4106: NTC - 4106. En: Frutas frescas, mora de castilla: Especificaciones. En: <http://www.sinab.unal.edu.co/ntc/NTC4106.pdf>, 13 p.; consulta: agosto 2011.

Centro Nacional de Investigación del Café – CENICAFÉ. 2005. El suelo: formación, fertilidad y conservación. Chinchiná – Caldas. 253 p.

Chávez, D. y Quistial, J. 2010. Evaluación agronómica de 20 líneas de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en cinco municipios del sur del departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 26 p.

Clavijo, J. 2007. Aportes para la producción y caracterización de la mora de castilla sin espinas. En: Memorias del Seminario de mora, Quindío, Colombia. En: <http://uniquindio.edu.co/uniquindio/facultades/agroindustria/memoriasSeminarioMora/caracterizacionMorasinEspinass.pdf>, 61 p.; consulta: agosto 2011.

Clavijo, J. y Galindo, J. 2007. Área de la hoja compuesta y variaciones de forma en los fitómeros de arveja (*Pisum sativum* L.) en respuesta a diferentes ambientes de Trópico Alto Andino. En: Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 8(1). En: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/6.readelahojacompuesta.pdf>, p. 44-51; consulta: octubre 2011.

Cubero, D. 1999. Las barreras vivas y su aplicación en la agricultura conservacionista. En: XI Congreso Nacional Agronómico/III Congreso Nacional de Suelos, Costa Rica. En: [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-III\\_003.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_003.pdf), 8 p.; consulta: octubre 2011.

Cuvertto. 2006. Fisiología vegetal. En: <http://www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/ia/archivos/Materias/563/Apuntes/TeoriasDrCuvertto.pdf>, 52 p.; consulta: octubre 2011.

Eraso, B. 1988. El cultivo de la mora en Colombia. En: Memorias curso nacional sobre frutales de clima frío, Medellín, Colombia. En: <http://www.umng.edu.co/www/resources/MORA.pdf>, 17 p.; consulta: agosto 2011.

Fischer, G. 2000. Ecofisiología en frutales de clima frío moderado. En: Memorias tercer seminario de frutales de clima frío moderado, Manizales, Colombia. En: [http://books.google.com/books?id=G8CnojHybXoC&pg=PA29&lpg=PA29&dq=ecofisiologia+de+frutales+de+clima+frio+moderado&source=bl&ots=png8erL02J&sig=5k1S2vRnXG49XHLbiwhm3vIZwng&hl=ptBR&ei=AbaVToKYHqn50gGdu9CnBw&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com/books?id=G8CnojHybXoC&pg=PA29&lpg=PA29&dq=ecofisiologia+de+frutales+de+clima+frio+moderado&source=bl&ots=png8erL02J&sig=5k1S2vRnXG49XHLbiwhm3vIZwng&hl=ptBR&ei=AbaVToKYHqn50gGdu9CnBw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false), p. 51-59; consulta: agosto 2011.

\_\_\_\_\_. 2010. Condiciones ambientales que afectan crecimiento, desarrollo y calidad de las pasifloráceas. En: Primer congreso latinoamericano de Passiflora. En: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_57\\_varios.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_57_varios.pdf), p. 10-22; consulta: septiembre 2011.

Frers, C. 2005. Los Problemas de Degradar el Suelo. En línea: <http://www.colombia.indymedia.org>, 4 p.; septiembre 2011.

García, A. 2008. Evaluación de un tratamiento postcosecha de la tecnología IV gama en frutos de moras (*Rubus glaucus* Benth). En: Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 9 (1). En: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/813/81311226007.pdf>, 12 p.; consulta: agosto 2011.

García, M.; López, L. y Rodríguez, L. 2010. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). En: Revista de la asociación colombiana de ciencia y tecnología de alimentos: Alimentos Hoy. En: <http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/3>, 9 p.; consulta: agosto 2011.

Graber, U. 1997. Fenología de los cultivos: mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.) y babaco (*Carica pentagona* H). Granja Experimental Pillaro (Ecuador). En: <http://orton.catie.ac.cr/cgiin/wxis.exe/?IsisScript=EEESC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=007735>, 22 p.; consulta: agosto 2011.

Holdridge, L. 1982. Ecología Basada en Zonas de Vida. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa). 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA. En: <http://www.cct.or.cr/pdf/zonasdevida.pdf>, 9 p.; consulta: octubre 2011.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2011. Sistema de Información Nacional Ambiental. Estación Obonuco – Pasto, Nariño. 1 p.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – INIFAP. 2009. Barreras vivas antierosivas para la agricultura de ladera en la Huasteca potosina. En: <http://www.campopotosino.gob.mx/módulos/tecnologiasdesc.php?id=111>, 1 p.; consulta: septiembre 2011.

Mancilla, O.; Martínez, M. y Oropeza, J. 2009. Evaluación de terrazas de banco para plantaciones forestales comerciales. En: Ciencia Forestal en México. En: <http://scielo.unam.mx/pdf/cfm/v34n105/v34n105a5.pdf>, 118 p.; consulta: agosto 2011.

Martínez, J. y Martínez, E. 1997. Evaluación del comportamiento agronómico de veinte líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) de crecimiento determinado en el altiplano de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. P 71.

Mejía P. 2011. Caracterización morfoagronómica de genotipos de mora (*Rubus glaucus* Benth) en la granja experimental Tumbaco – INIAP. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Escuela Politécnica del Ejército Departamento de Ciencias de la Vida – IASA. Ecuador. En: <http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/3863/1/T-ESPE-IASA%20I-004553.pdf>, 225 p.; consulta: agosto 2011.

Montalvo, D. 2010. Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de castilla (*Rubus glaucus* B.) provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar. Tesis de grado Ingeniero Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador. En: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2653/1/CD-3336.pdf>, 195 p.; consulta: septiembre 2011.

Müller-Samann, K. 1997. Conservación de suelos y aguas en la zona andina: hacia un concepto integral con más interacción, más adopción y más impacto. En: memorias del taller internacional regional: hacia conceptos integrales en la conservación de suelos y aguas en la zona andina, Palmira, Colombia. p. 9-20.

Oropeza, J. y Ramírez, M. 2001. Eficiencias de dos prácticas productivo - conservacionistas para controlar erosión de laderas en el trópico. En: Agrociencia. 35 (005). En: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/302/30235502.pdf>, p. 489 – 495; consulta: septiembre 2011.

Ospina, M. 2010. Algunas Consideraciones para la Nutrición del Cultivo de Mora. En: Memorias del Seminario de Mora – Universidad del Quindío. En:

<http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/facultades/agroindustria/memoriasSeminarioMora/index.html>, 55 p.; consulta: agosto 2011.

Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño y Corporación Colombia Internacional. 2010. Evaluación definitiva del año 2010 – Área, producción, rendimiento y productores: Mora y Arveja. En: Consolidado Agropecuario – Nariño. 2 p.

Valdés, A. 2010. Cómo controlan la erosión las raíces de las plantas. En: Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana. 13 (2). En: <file:///G:/Tesis%202/descragas/C%C3%B3mo%20controlan%20la%20erosi%C3%B3n%20de%20las%20ra%C3%ADces%20de%20las%20plantas%20-%20Volumen%20XXIII%20-%20N%C3%BAmero%202%20-%20Revista%20-%20La%20ciencia%20y%20el%20hombre%20-%20Universidad%20Veracruzana.htm>, 1p.; consulta: septiembre 2011.