



Programa Nacional de Conformación de Cadenas Productivas para el Sector Artesanal

Cadena Productiva de Seda en el departamento de Cauca.

Estudio sobre condiciones físico químicas de cada uno de los materiales utilizados en la minicadena de la Seda

INTRODUCCION

El uso principal de la morera a nivel mundial es como alimento del gusano de seda, pero dependiendo de la localidad, también es apreciada por su fruta (consumida fresca, en jugo o en conservas), como delicioso vegetal (hojas y tallos tiernos), por sus propiedades medicinales en infusiones (té de morera), para paisajismo y como forraje animal.

El descubrimiento del valor alimenticio de la morera hace necesario que se identifiquen sus propiedades. En el presente documento se presentan evaluaciones de la composición química, digestibilidad, composición de aminoácidos y N promedio de variedades de morera y palatabilidad.

En cuanto a la fertilización en el cultivo de morera se identifica la importancia en la calidad de la hoja de morera de los elementos comúnmente usados en la fertilización como el fósforo y potasio.

La seda es uno de los polipéptidos exclusivos que se emplean desde los comienzos, dado a sus excelentes propiedades, las cuales son descritas definiendo entre otras la estructura molecular.

LA MORERA

Nombre común: Amoreira (Brasil), Maulbeerbaum (Alemania), Mulberry (Inglés), Kurva, Tut (Africa).

La morera es un árbol o arbusto que tradicionalmente se utiliza para la alimentación del gusano de seda. Es una planta de porte bajo con hojas verde claro brillosas, venas prominentes blancuzcas por debajo y con la base asimétrica. Sus ramas son grises o gris amarillentas y sus frutos son de color morado o blanco dulces y miden de 2 a 6 cm. de largo.

Pertenece al orden de las Urticales, familia Moraceae y género *Morus* del cual se conocen más de 30 especies y alrededor de 300 variedades. Las especies más conocidas *Morus alba* y *M. nigra*, parecen tener su origen al pie del Himalaya y a pesar de que su origen es de climas templados se les considera "cosmopolitas" por su capacidad de adaptación a diferentes climas y altitudes. En varios países se utiliza como sombra, como planta ornamental y para controlar erosión.

Actualmente se le localiza en una gran variedad de ambientes, creciendo bien en diferentes altitudes (desde el nivel de mar hasta 4000 m. de altura) y en zonas secas y húmedas. Se puede plantar tanto en suelos planos como en pendientes, pero no tolera suelos de mal drenaje o muy compactos y tiene altos requerimientos nutricionales por lo que su fertilización permanentemente es necesaria.

El uso principal de la morera a nivel mundial es como alimento del gusano de seda, pero dependiendo de la localidad, también es apreciada por su fruta (consumida fresca, en jugo o en conservas), como delicioso vegetal (hojas y tallos tiernos), por sus propiedades medicinales en infusiones (té de morera), para paisajismo y como forraje animal. Los usos múltiples de la morera han sido reconocido (Zepeda, 1991). Es sorprendente, sin embargo, que una planta que ha sido utilizada y mejorada para alimentar a un animal con requerimientos nutricionales elevados, el gusano de seda, haya recibido una atención limitada por ganaderos, técnicos e investigadores pecuarios. Hay ciertos lugares donde el follaje de morera se usó tradicionalmente en la alimentación de rumiantes, como en ciertas partes de India, China y Afganistán, pero fue solo en los ochentas que empezó el interés en su cultivo intensivo y su uso en la alimentación de animales domésticos.

Al igual que pasos importantes en la ciencia y la tecnología, el descubrimiento del valor alimenticio de la morera en América Latina sucedió por serendipia (J. Benavides, comunicación personal). Un campesino costarricense de origen chino, a quién falló su proyecto de gusano de seda, ofreció el follaje de morera a sus cabras y se sorprendió por su palatabilidad y el comportamiento de sus animales. Él reportó sus hallazgos a los investigadores del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba (Costa Rica), quienes fueron receptivos e incluyeron la morera dentro de los ensayos de árboles forrajeros y comportamiento animal. Igualmente, el Centro

Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) con sede en Kenia, y el Instituto de Investigación en Producción Animal de Tanzania, han llevado a cabo exitosos trabajos agronómicos y de alimentación animal, aparentemente sin estar al tanto de los trabajos en el CATIE. En el Valle de Cauca se han hecho evaluaciones con morera y se usa como forraje de corte desde hace algunos años (González y Mejía, 1994).

COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRITIVO

(Por Manuel D. Sánchez. Dirección de Producción y Sanidad Animal
FAO. Roma)

La composición química de las fracciones del follaje de morera reportada por varios autores se presenta en la Tabla 1. La proteína cruda de las hojas varía entre 15 y 28% dependiendo de la variedad, edad de la hoja y las condiciones de crecimiento. En general, los valores de proteína cruda pueden ser considerados similares a la mayoría de follajes de leguminosas. Las fracciones fibrosas en la morera son bajas comparada con otros follajes. Shayo (1997) reportó contenidos de lignina (detergente ácido) de 8.1 y 7.1% para las hojas y corteza respectivamente. Una característica sorprendente en la morera, es su alto contenido de minerales con valores de cenizas de hasta 17%. Los contenidos típicos de calcio son entre 1.8-2.4% y de fósforo de 0.14-0.24%. Espinosa *et al.* (1998) encontraron valores de potasio entre 1.90-2.87% en las hojas y entre 1.33-1.53% en los tallos tiernos, y contenidos de magnesio de 0.47-0.64% en hojas y 0.26-0.35% en tallos tiernos.

Tabla 1. Composición química (en % materia seca) de la morera

Variedad	PC	FC	FDN	FDA	EE	Ceniza	Ca	P	Referencia
Hoja									
Hebba ¹	15.9	12.6			7.1	15.9	2.42	0.24	Narayana & Setty, 1977
Izatnagar ¹	15.0	15.3			7.4	14.3	2.41	0.24	Jayal & Kehar, 1962
Palampur ¹	15.0	11.8			5.1	15.5			Singh <i>et al.</i> , 1984
Parbhani ¹	22.1	5.9			3.9	13.4	3.3	1.43	Deshmukh <i>et al.</i> , 1993
OKanva-2	16.7	11.3	32.3		3.0	17.3	1.80	0.14	Trigueros & Villalta, 1997
Mpwapwa ¹	18.6		24.6	20.8		14.3			Shayo, 1997
Dominicana	20.0			23.1	4.0	4.5	2.70		ITA#2, 1998
Criolla	19.8						1.90	0.28	Espinoza <i>et al.</i> , 1998

Tigreada	21.1						2.74	0.38	
Indonesia	20.1						2.87	0.33	
Hoja y tallo tierno									
Tigreada	27.6	13.2				10.4		0.20	González <i>et al.</i> , 1998
Indonesia	24.3	15.3				11.2		0.29	"
Criolla	27.6	16.9				11.8		0.26	"
Acorazonada	25.2	14.1				13.4		0.15	"
Tallo tierno									
Criolla	11.3						1.33	0.29	Espinoza <i>et al.</i> , 1998
Tigreada	11.7						1.38	0.33	
Indonesia	11.9						1.53	0.43	
Dominicana	4.7			48.2	1.7	1.3	1.61		ITA#2, 1998
Tallo									
Dominicana	3.8			50.2	1.0	1.8	1.10		ITA#2, 1998
Mallur	11.5	34.0			2.7	9.32	1.56	0.20	Subba Rao <i>et al.</i> , 1971
Corteza									
Mpwapwa	7.8		46.8	36.9		6.1			Shayo, 1997
Planta entera									
Dominicana	11.3			34.4	1.6	1.9	2.10		ITA#2, 1998

¹ Nombres de los lugares donde se usaron variedades locales.

Tabla 2. Digestibilidad de la morera

Método	Fracción	Digestibilidad (%)	Referencia
<i>In vivo</i> (cabras)	Hoja	78.4 – 80.8	Jegou <i>et al.</i> , 1994
<i>In vitro</i>	Hoja	89.2	Araya, 1990 citado por Rodríguez <i>et al.</i> , 1994
	Hoja	80.2	Schenk, 1974 citado por Rodríguez <i>et al.</i> , 1994
	Hoja	89 - 95	Rodríguez <i>et al.</i> , 1994
	Tallo	37 – 44	"
	Total	58 – 79	"
	Hoja	82.1	Shayo, 1997
	Corteza	60.3	"

La Tabla 2 presenta la digestibilidad de la morera. Como puede observarse, la digestibilidad de la hoja en las cabras y en líquido ruminal es muy alta (>80%), similar a los concentrados de granos, y la digestibilidad de la biomasa total es equivalente a la mayoría de los forrajes tropicales de buena calidad. Las características de la degradación de la morera, determinadas por la técnica de la bolsa de nylon *in sacco*, se indican en la Tabla 3. Las hojas serían completamente degradadas si se quedaran en el rumen suficiente tiempo.

Tabla 3. Degradación *in sacco* de la morera

Fracción	Parámetro				Referencia
	A	B	a + b	C	
Hoja	35.7	64.0	99.7	0.0621	ITA#2, 1998
Planta entera	30.4	46.2	76.6	0.0667	"
Hoja & tallo tierno	27.8	48.95	76.8	0.0300	González <i>et al.</i> , 1998

La composición de aminoácidos y el contenido de N, promedio de 119 variedades, cultivadas experimentalmente en Japón (Machii, 1989) se presentan en la Tabla 4 junto con

los datos de la soya. El triptófano no fue incluido en el análisis. Como puede verse en los datos, los aminoácidos esenciales son más del 46% de los aminoácidos totales, semejante a la torta de soya. se puede calcular de la tabla que el contenido promedio de N en los aminoácidos (y el amoníaco) es de 16.6%, y por lo tanto el factor de conversión de N a proteína es de 6.02. Los 204.3 mg de aminoácidos por g de proteína son equivalentes a 3.47% de N, lo cual es el 80% del total de N en las hojas de morera. Una vez que el triptófano sea restado, la diferencia, la fracción de N no-protéico, esta posiblemente compuesto de ácidos nucleicos y otros compuestos nitrogenados por identificar.

Tabla 4. Composición de aminoácidos y N promedio de variedades de morera (Machii, 1989) y la torta de soya (NRC, 1984).

Compuesto	Torta de soya		Morera		
	Contenido (mg/g MS)	% ¹	Contenido (mg/g MS)	SD	% ¹
Aminoácidos no esenciales	n.d. ²		108.93		53.3
Aminoácidos esenciales (AAE):					
Lisina	32.92	6.7	12.33	2.58	6.0
Metionina	7.30	1.5	2.99	0.61	1.5
Treonina	20.34	4.1	10.52	1.75	5.2
Valina	26.29	5.3	12.83	2.17	6.3
Isoleucina	26.85	5.4	10.04	1.88	4.9
Leucina	39.55	8.0	19.45	3.10	3.1
Tirosina	14.38	2.9	7.40	1.39	3.6
Fenilalanina	25.51	5.2	12.26	2.06	6.0
Histidina	12.92	2.6	4.61	0.82	2.3
Triptófano	6.97	1.4	n.d. ²	-	-
Total de AAE	213.03	43.1	92.43 ³	-	45.3
Amoníaco (NH ₃)	n.a. ²		2.89	0.54	1.4
Total (AA + NH ₃)	494.38	100	204.25		100

Nitrógeno (%)	7.91		4.36	9.63	
---------------	------	--	------	------	--

¹ Porcentaje de los aminoácidos en el total de aminoácidos (mas amoniaco).

² No disponible

³ Sin triptófano

La proteína más importante en las hojas de morera, como en la mayoría de las hojas, es la ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa (RuBisCO), cuyo sitio activo es responsable por la fijación de carbono (Kellogg & Juliano, 1997). El nitrógeno en RuBisCO puede representar el 43% de total de nitrógeno de la morera (Yamashita & Ohsawa, 1990).

PALATABILIDAD.

Una de las cualidades principales de la morera como forraje es su alta palatabilidad. Los pequeños rumiantes consumen ávidamente las hojas y los tallos tiernos frescos primeramente, aún cuando no hayan sido expuestos previamente. Luego, si el forraje se les ha ofrecido entero, pueden arrancar la corteza de las ramas. Los bovinos consumen la totalidad de la biomasa si esta finamente molida. Hay un reporte (Jegou *et al.*, 1994) de un consumo de materia seca cuando se ofreció fresca *ad libitum* de 4.2% del peso vivo en cabras lactantes, el cual es más alto que otros follajes de árboles.

Jayal y Kehar (1962) reportaron consumos de materia seca de morera del 3.44% de peso vivo en ovinos bajo condiciones experimentales. Los animales prefieren inicialmente la morera sobre otros forrajes ofrecidos simultáneamente, e incluso buscan hasta el fondo de un montón de forraje hasta encontrar la morera (Antonio Rota, FAO Barbados). En un estudio comparativo, Prasad y Reddy (1991) reportaron consumos mayores de materia seca de hojas de morera en ovinos que en cabras (3.55 vs 2.74 kg MS/100kg peso vivo).

ESTUDIOS REALIZADOS

El Centro de Desarrollo Tecnológico de Sericultura (C.D.T.S) desde su creación ha venido realizando actividades tendientes al desarrollo de la sericultura colombiana. Se han obtenido logros interesantes en diferentes áreas como:

Cultivo de morera, *Bombyx mori*, maquinaria, equipos y construcciones, aspectos socio económicos, procesamiento industrial, entre otros; logros a los cuales tienen acceso todos los sericultores del país, por medio de capacitaciones y asistencia técnica gratuita.

En cuanto a cultivo de morera, desde hace 13 años se vienen realizando estudios sobre el comportamiento agronómico de la variedad Kanva 2, que es la utilizada actualmente en forma comercial, de tal forma que hoy en día se tiene pleno conocimiento de su crecimiento, producción de hoja, contenido nutricional y condiciones necesarias para su mejor desarrollo. Aparte de esto se cuenta con un jardín de variedades conformado por 30 variedades diferentes, traídas de otros países, a los cuales se les están realizando estudios de comportamiento y adaptación.

En *Bombyx mori*, se cuenta con un banco de germoplasma donde se manejan líneas puras de gusano de seda. Actualmente se ha logrado mejorar genéticamente el gusano, obteniendo un híbrido con características excelentes de producción y resistencia a enfermedades.

En maquinarias, equipos y construcciones se han logrado definir estándares en cuanto a construcción de casetas, tipos de encapulladores, herramientas y utensilios para cultivos, costos de producción, etc.

A continuación se presentan diferentes estudios que fueron realizados por el Centro de Desarrollo Tecnológico de Sericultura - C.D.T.S. y una investigación realizada por A.A. Sarker y N. Absar Bangladesh Sericulture Research and Training Institute, Rajshahi 6100, Bangladesh.

EL FÓSFORO: ELEMENTO IMPORTANTE EN LA CALIDAD DE LA HOJA DE MORERA Y PRODUCCIÓN DE CAPULLOS.

(Por I.A. FERNANDO TORRES Jefe de Zona C.D.T.S.)

El fósforo es uno de los tres elementos comunmente usados en la fertilización de las moreras, está catalogado como un elemento mayor o macronutriente, afecta en forma directa la calidad de la hoja de morera.

Ocupa una posición central en el metabolismo vegetal, en el conjunto de los fenómenos que lleva consigo a la función clorofílica, el ácido fosfoglicérico es uno de los primeros compuestos de la fotosíntesis y a partir de aquí se generan los azúcares, grasas, proteínas,

vitaminas, y hormonas que integran las células, el fósforo es un constituyente de ácidos nucleicos, fitinas, y fosfolípidos.

El Fósforo del suelo:

La disponibilidad de Fósforo en los suelos tropicales es muy limitada y más aún en las condiciones químicas del suelo donde se está desarrollando la actividad serícola del país, ya que la mayoría son suelos ácidos.

El Fósforo se encuentra presente en los tejidos vegetales y en los suelos en cantidades más pequeñas que el Nitrógeno y el Potasio. Por lo tanto es claro el hecho de que en general existe una alta incidencia de deficiencia de Fósforo para los cultivos de morera.

En el suelo el fósforo se encuentra en formas Orgánicas o inorgánicas, pero son sus formas inorgánicas las más importantes para la nutrición de las plantas de morera.

El Fósforo inorgánico de los suelos puede encontrarse asociado con otros elementos, tales como compuestos de: Aluminio, Hierro, Manganeso y Calcio en solución y en estado sólido.

El Fósforo presente en el suelo proviene de la materia orgánica, de los minerales apatitas portadores de este elemento y de los fertilizantes fosfatados aplicados.

La mayor parte de los fósforos de los suelos se encuentra ligado químicamente en forma de compuestos de poca solubilidad. En suelos Neutros o Alcalinos se forman fosfatos de Calcio; en aquellos de pH muy alto y ricos en Calcio los fertilizantes fosfatados reaccionan rápidamente con el calcio, de modo que la forma iónica que es relativamente disponible, se convierte en casi insoluble en forma de Fosfato tricálcico.

Con el tiempo el Fósforo también puede convertirse a formas aún menos disponibles, como óxidos, hidróxidos, carbonatos y hasta en roca apatita.

En suelos ácidos se forman fosfatos de Hierro, Aluminio y Manganeso. Por lo general, la liberación del Fósforo intercambiables es lenta.

El Fósforo disponible en el suelo puede constituir apenas el 1 % del Fósforo total presente. Sin embargo es continuamente reemplazado a medida que sale de la solución, pero en una relación muy lenta. Hay un equilibrio entre el Fósforo no disponible, el Fósforo potencialmente disponible (fijado) y el Fósforo disponible (en la solución del suelo).

El contenido de Fósforo inorgánico en los suelos es generalmente mayor que el orgánico. El contenido de Fósforo orgánico en los suelos minerales casi siempre es más alto en la superficie que en el subsuelo, debido a la acumulación de materia orgánica en la porción superior del perfil del suelo.

IMPORTANCIA DEL FÓSFORO - EN EL CULTIVO DE MORERA:

El Fósforo interviene en el crecimiento de las plantas, y en efecto hay una ligación entre el Fósforo y el Nitrógeno, llamada "Interacción". Este elemento interviene en las reacciones químicas que se afectan en el interior de las plantas, permitiendo el transporte y la elaboración de ciertas sustancias, que al combinarse con el Nitrógeno constituyen proteínas. De igual forma es reportado por Botero y Ramírez (S.A), que existe una interacción entre el Fósforo y el Calcio para una mayor concentración de Fósforo en las hojas y que de igual forma se debe mantener un acompañamiento de Nitrógeno y Potasio para mejorar las producciones, los mismos autores comentan que los resultados obtenidos en análisis bromatológicos, indican que la morera sí responde a las aplicaciones de Fósforo.

FUNCIONES DEL FÓSFORO EN LA MORERA

- Formación y acumulación de proteínas y azúcares.
- Estimulación de raíces y tallos.
- Crecimiento de órganos de reproducción.
- Interviene en la asimilación de otros nutrientes como Nitrógeno, Hierro y Zinc.
- Mayor peso de las hojas por mayor ganancia en proteínas.

DEFICIENCIA DE FÓSFORO EN LA MORERA:

- Disminución del sistema radicular
- Retraso en la apertura de yemas y hojas
- Desequilibrio en balance de aminoácidos.
- Poco crecimiento de la planta.
- Hojas de la morera presentan una concentración de arginina en 200 veces más de lo normal, los contenidos altos de arginina producen un desbalance de aminoácidos dentro del cuerpo de los gusanos de seda, provocando intoxicaciones o alargando el ciclo de éstos.

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA EN LA MORERA:

- Se presenta generalmente en las hojas viejas.
- Las hojas presentan hojas amarillas, en las cuales hay coloraciones rojas.
- Las manchas son de diferente tamaño y pueden cubrir casi la totalidad de la hoja.
- En casos severos producen caída de las hojas.
- Produce enanismo de las plantas.
- No hay macollamiento de la planta.
- Sistema radicular pobre.

EXCESO DE FÓSFORO:

- Efectos adversos sobre la utilización de otros nutrientes como el zinc.
- Hojas endurecidas en forma muy temprana, por lo que disminuye el porcentaje de hojas útiles.

DEFICIENCIA DE FÓSFORO EN EL GUSANO DE SEDA:

- Alarga el ciclo de vida de la larva.
- Menor ganancia en el peso de la larva
- Muerte de gusanos sin razón alguna.
- Disminución de la calidad y cantidad de capullos.

DOSIFICACIÓN Y MÉTODOS DE APLICACIÓN:

Las fertilizaciones químicas están íntimamente ligadas con la humedad del suelo, y se tiene que la producción puede aumentarse hasta en un 100% con sólo aplicar fertilizante, y un 150% utilizando fertilizantes y riego, para la aplicación de fertilizantes ricos en Fósforo depende de una buena interpretación del análisis de suelos, y entre ellos hay que tener en cuenta el pH y la saturación de bases entre ellas el Calcio.

Las aplicaciones deben ser oportunas y no tardías, pues sus resultados son negativos. Dentro de los métodos de aplicación se utilizan:

A la siembra: Antes de sembrar la plántula al fondo del hoyo. Utilizar una fuente fosfatada de baja solubilidad.

Aplicaciones post-siembra: Deben realizarse siempre y cuando haya un buen sistema radicular de la planta (15 días después de la poda), y no utilizarlo en forma localizada (al Chuzo) ya que esto genera una concentración en este punto de las raíces.

Para mantener las condiciones de Fósforo en el suelo, no sólo se deben tener en cuenta los fertilizantes ricos en este elemento, sino que se deben buscar otras alternativas que lo contengan o coloquen a disposición el fósforo nativo como son muchas cales, que disminuyen costos.

Siempre es necesario aplicar un exceso de Fósforo para mantener una concentración disponible, que sea suficiente para mantener el desarrollo del cultivo.

DISPONIBILIDAD DEL FÓSFORO

El concepto de "Disponibilidad", al hablar de la relación entre la planta y el suelo con respecto al Fósforo, es absorbido por las plantas de morera en su mayoría como iones ortofosfato primario y secundario, los cuales están presentes en la solución del suelo, la concentración de estos iones se encuentran íntimamente ligados con el pH del medio, como regla general la aprovechabilidad máxima del fósforo se encuentra en suelos con un pH de 5.5. a 6.5. Se deben tomar en cuenta también ciertas características físicas por ejemplo: para que una planta pueda hacer uso del Fósforo disponible sus raíces deben ser capaces de llegar hasta donde esté ese Fósforo, las raíces no penetran bien en un suelo compactado, por lo que no podrán absorber la mayor parte del Fósforo que contiene.

El Manejo de riego afecta también la absorción de Fósforo, en suelos arenosos que se secan demasiado a prisa. Durante periodos secos, la cantidad de agua alrededor de las raíces disminuye, reduciendo la asimilación de este elemento.

La temperatura también afecta la absorción del Fósforo, de manera que pueden notarse señales de deficiencia durante periodos fríos de la temporada, aunque exista un gran suministro de este elemento en el suelo.

El Fósforo es el nutriente que mayores pérdidas sufre a causa del proceso de fijación, entre un 70 y 90%, lo cual quiere decir que solamente del 10 al 30 del fósforo aplicado es utilizado.

Muchos sericultores fracasan en las crias de gusanos por causa aparente desconocida y es debido a un desbalance de fósforo, afirmó Bustamante, Castillo y Cifuentes (1998).

EL POTASIO: ELEMENTO IMPORTANTE EN LA CALIDAD DE LA HOJA DE MORERA EN EL PESO DEL CAPULLO DE SEDA.

(Por: I.A. FERNANDO TORRES C. Jefe de Zona 2 C.D.T.S.)

El potasio es un nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas de morera. Después del nitrógeno y el calcio, el potasio es el elemento absorbido en mayores cantidades por las plantas.

En ensayos realizados en el Brasil se ha encontrado que el potasio es un elemento que mejora la calidad y el peso de los capullos, cuando se adiciona a la alimentación en forma de cenizas o sales de potasio. La fertilización con este elemento mejora la calidad de la hoja de morera, aumentando la riqueza en seda de los capullos provenientes de los gusanos alimentados con estas hojas.

Una de las estrategias para un uso y desarrollo sostenible de los cultivos de morera en el trópico es el incremento de la producción a través del uso adecuado de los fertilizantes.

La morera está localizada en áreas de ladera y en suelos de baja fertilidad, un paquete tecnológico deberá por tanto tener énfasis sobre el uso de fertilizantes y su eficiencia.

El suelo es sujeto de lixiviación, pero también de fijación y ambos pueden reducir la aprovechabilidad hacia las plantas de los compuestos de potasio aplicados al suelo y por tanto disminuir la eficiencia del potasio aplicado. En la agricultura, en general, se viene incrementando el uso del potasio.

El potasio es un elemento móvil en el suelo y en la planta. El potasio se mueve libremente hasta el sistema radicular durante el periodo de máximo requerimiento de la planta.

La gran mayoría de los suelos donde se cultivan las moreras tienen baja disponibilidad de potasio. La excepción la constituye la zona del Quindío. (Según analizó Monómeros Colombo Venezolanos, 1989), en donde un 40% de los suelos tienen más de 1.20 me/100 g. de potasio disponible.

La relativa baja disponibilidad de potasio en los suelos donde se cultiva la morera se agrava por el hecho comprobado de que el potasio aplicado en los fertilizantes se pierde fácilmente en el agua de drenaje (lixiviación). Este fenómeno es particularmente acentuado en el caso de los suelos derivados de cenizas volcánicas en los cuales se ha comprobado que hasta un 95% del potasio aplicado en el fertilizante puede perderse por lixiviación, debido a la muy baja capacidad de retención de potasio.

EL POTASIO DEL SUELO:

En general, se tiene que una vez aplicado el potasio al suelo como fertilizante, pasa primero a la solución del suelo y de esta fase una buena parte pasa a la fase intercambiable, bajo ciertas condiciones pasa también a la fase fijada y también parte de este potasio en solución es absorbido por las raíces de las plantas para luego ser redistribuido en el interior de ésta.

También sucede con gran intensidad en zonas o épocas muy lluviosas que el potasio de la solución de suelo baja en el perfil por lixiviación y además puede perderse con el material del suelo por el fenómeno de la erosión.

En la medida que el potasio adicionado al suelo pueda permanecer aprovechable, se estará obteniendo condiciones de eficiencia del fertilizante potásico aplicado. Esta cantidad de potasio que puede ser sostenido en el complejo intercambiable en los suelos tropicales sería dependiente tanto del contenido como del tipo de arcilla, de la materia orgánica y el pH del suelo.

El enclavamiento al afectar las relaciones de intercambio, permite una mejor absorción del potasio en el complejo de cambio y evita una lixiviación excesiva, favoreciendo así el aprovechamiento del fertilizante aplicado.

El fenómeno de fijación de potasio es parte de la dinámica de este elemento en el suelo y por tanto afecta la aprovechabilidad del fertilizante potásico en los suelos tropicales que tienen minerales arcillosos y amorfos (alofanos).

Así mismo, cuanto mayor es la cantidad de potasio aplicado será más difícil la liberación y aprovechamiento del potasio fijado. Debido a esto para suelos en donde existan condiciones de fijación y de lixiviación es conveniente efectuar prácticas de aplicaciones menores, o sea en cada poda e incluso cortes intermedios para incrementar el aprovechamiento del potasio aplicado.

Uno de los factores importantes en el aprovechamiento del fertilizante de potasio es la humedad del suelo, ya que este elemento entra a la planta por difusión.

La aprovechabilidad del potasio en el suelo también está condicionada, además, a la interacción con otros elementos en el suelo, como son: el nitrógeno, magnesio, calcio, fósforo, azufre, sodio, aluminio y zinc.

El balance entre el nitrógeno y el potasio es muy importante en la aplicación del fertilizante de potasio al suelo para una mayor eficiencia. La nutrición potásica en la morera se potencia con la adición de nitrógeno.

La fuente más importante de potasio en el suelo son los feldespatos potásicos y las micas. Suelos de origen de rocas anfibolíticas y en los esquistos hornbléndicos dan como resultado suelos pobres en potasio.

IMPORTANCIA DEL POTASIO EN EL CULTIVO DE LA MORERA:

Los contenidos de potasio en las hojas de morera son de 0.51 a 0.56%, siendo estos contenidos de los más altos en compañía con el Calcio y el Nitrógeno.

La morera usa la mayoría del potasio durante el período de crecimiento rápido. El potasio que requiere durante el establecimiento es muy poco.

El cloruro de potasio, normalmente, es la forma más económica para aplicación al voleo. El ion cloro es un nutriente que reduce la susceptibilidad de las plantas a enfermedades.

El Potasio no es un constituyente de ninguna de las estructuras o compuestos de la planta, pero tiene numerosas y complejas funciones, muchas de las cuales no son todavía completamente comprendidas.

FUNCIONES DEL POTASIO EN LA MORERA:

- El Potasio juega un papel vital en la fotosíntesis.
- En el transporte de los productos de la fotosíntesis.
- Controla el movimiento de los estomas cerrándolos para limitar la transpiración, generando así resistencia a la sequía (economía del agua).
- Activación de los catalizadores de las plantas (enzimas).
- Muchos investigadores han señalado una relación entre el potasio y el metabolismo del nitrógeno en la planta.
- Hace la planta más resistente al ataque de plagas y enfermedades.
- Controla y regula la actividad de varios nutrientes minerales esenciales.
- Promueve el crecimiento de meristemas jóvenes.
- El Potasio mejora palatabilidad de la morera.
- Las aplicaciones de Potasio incrementan las concentraciones de elementos minerales en la savia con lo cual da resistencia de las plantas a las heladas.

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA DE POTASIO EN LA MORERA:

- Susceptibles a las sequías.
- Estancamiento en el desarrollo general de la planta.
- Quemazón de los bordes de las hojas más viejas con caída posterior.
- Ramas con entrenudos muy cortos.

Esta sintomatología es más notable a los 75 días de desarrollo en la planta.

EXCESO DE POTASIO:

Un exceso de Potasio y una inadecuada relación con el Nitrógeno trae el mismo resultado de un exceso de Fósforo o sea hojas endurecidas en forma muy temprana, por lo que se disminuye el porcentaje de hojas útiles.

MANEJO AGRONÓMICO:

La colocación de fertilizante al voleo y luego incorporándose a 20 cms. dio un incremento de Potasio intercambiable, comparado con las aplicaciones en banda. Si el suelo es altamente ácido, el crecimiento radicular de la planta se verá afectado y por tanto este Potasio no será aprovechado por las plantas.

En suelos arenosos aplicaciones superficiales del fertilizante de tal manera que el movimiento del Potasio hacia abajo no alcance demasiada profundidad y se sitúe en su mayor parte en la zona radicular. Por el contrario en suelos con cierta pendiente y de

textura fina, la incorporación del fertilizante debe hacerse especialmente en dosis altas, lo cual será más ventajoso y evitará pérdidas por escorrentía.

Las aplicaciones deben ser moderadas pero frecuentes, atendiendo al factor del período vegetativo de la planta de morera y a la capacidad que tiene de absorber una gran parte del Potasio, durante el inicio de su desarrollo.

Las cosechas de hojas de morera permiten una gran salida de Potasio del sistema planta suelo, parte del Potasio absorbido por las plantas y provenientes de grandes dosis de fertilizantes permanecen en los residuos de cosechas como tallos, sobrantes de hojas y gusanaza, por lo que se deben regresar al lote. La incorporación de estos residuos orgánicos al suelo permiten un reciclaje de este elemento que puede pasar fácilmente a la condición de Potasio en solución o intercambiable y ser aprovechable por la cosecha posterior.

Quemar los tallos no es la mejor solución porque las lluvias causan gran pérdida de este elemento, entonces es la incorporación la mejor forma de ser aprovechado.

FERTILIZANTES:

En general, los fertilizantes potásicos son bastante solubles; en la mayoría de los casos la morera no tiene problemas agronómicos en cuanto a la aprovechabilidad del Potasio.

Entre las fuentes de Potasio bastante usadas, encontramos:

Cloruro de Potasio, siendo la fuente más económica. El uso de Cloruro de Potasio, además de ser eficiente como fuente, se ha encontrado que puede incrementar la eficiencia de otros fertilizantes como la Urea, disminuyendo las pérdidas de Nitrógeno causadas por volatilización de amoníaco.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 13 VARIEDADES DE MORERA (Morus spp.) EN LA GRANJA “EL PÍLAMO”.

César Augusto Cifuentes C. – Director C.D.T.S.

Adriana Castaño R. – A.E.A. Asistente gusano joven

Roberto González S. – I.A. Administrador granja “El pílamó”

Carolina Morales M. – Estudiante pasantía convenio U. Caldas – CDTS.

Se realizó una investigación en la granja el “Pílamó”, propiedad del Centro de Desarrollo Tecnológico de Sericultura, ubicada a 1.070 m.s.n.m. en el municipio de Pereira, cuyo objetivo principal fue estudiar el comportamiento agronómico de las diferentes variedades de morera existentes en el banco de germoplasma del CDTS, con el fin de determinar las variedades de mejor comportamiento productivo de hojas para el consumo del gusano de seda.

Las variedades utilizadas en el estudio provienen de diferentes países, tales como España, Brasil, Corea y Japón, entre otros.

TABLA 5. Materiales seleccionados para la investigación.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Kanva 2	Morus indica
Taig song	M. formosiensis
Miura	M. alba
Calabresa	M. alba
Luiz Paolieri (IZ 13/6)	M. alba
Rosa da Fonseca (IZ 19/13)	M. alba
Tamarina	M. alba
Italiana	Morus sp.
Ichinose	Morus sp
Nacional	Morus sp
Kokuso 21	Morus sp
Fossombrone (1-5)	Morus sp
R-37	Morus sp

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Número de hojas (útiles y no útiles)
- Peso total de hojas (útiles y no útiles)
- Número de ramas (mayores y menores de 60 cms.)
- Longitud promedio de ramas
- Peso total de ramas
- Peso total de la planta

Los muestreos se realizaron cada 90 días a partir de enero 15 de 1998 hasta febrero 15 del 2000.

RESULTADOS OBTENIDOS.

En la tabla 6 se presenta el promedio por planta de cada variable, evaluada para todas las variedades planteadas en la investigación.

La hoja es la parte de la planta que se cosecha, la cantidad y la calidad de las hojas producidas afectan directamente la producción de capullos.

Tabla 6. Información promedio de una (1) planta de las 13 variedades en estudio.

Variedad	No. de ramas			No. de hojas			Peso de hojas (g)			Peso total ramas (g)	Peso total plantas (g)
	< 60 cms.	> 60 cm.		Útiles	Inútiles	Total	Útiles	Inútiles	Total		
		No.	Long. Prom. cm.								
Kanva 2	10	12	126.25	254	33	287	505.48	38.25	543.73	655.52	1.199.25
Tamarina	3	11	146.00	174	22	196	635.62	45.25	680.87	819.79	1.500.66
R da Fonseca	5	7	140.63	241	21	262	593.02	45.71	638.73	616.73	1.255.46
Luiz Paolieri	6	10	144.50	278	26	304	645.42	41.95	687.37	814.53	1.509.90
Taig Song	6	16	129.13	392	30	422	723.89	45.85	769.74	948.48	1.718.22
R-37	8	10	136.50	343	14	357	611.67	14.57	626.24	625.99	1.252.23
Kokuso 21	3	4	109.63	189	7	196	447.87	14.66	462.53	339.50	802.03
Miura	11	12	163.63	305	21	326	599.93	10.45	610.38	785.73	1.396.11
Italiana	4	8	111.63	230	13	243	628.22	22.98	651.20	548.75	1.199.95
Ichunose	4	5	127.63	215	5	220	498.72	5.68	504.40	437.80	942.20
Calabresa	11	11	152.00	279	31	310	645.00	25.00	670.00	852.00	1.522.00
Fossombrone	6	6	103.00	229	6	235	348.00	6.00	354.00	306.00	660.00
Nacional	3	7	127.00	189	18	207	563.00	46.00	609.00	594.00	1.203.00

Las variedades que produjeron mayor cantidad de ramas menores de 60 cm. fueron Miura y Calabresa seguidas por Kanva 2, la variedad que produjo mayor cantidad de ramas mayores de 60 cm. fue Taig Song, como se puede observar en la tabla 6, presentando diferencias estadísticas (P 0.05) con las demás variedades, excepto con las variedades Miura, Kanva 2 y Calabresa, las cuales le siguen con valores de 12, 12 y 11 respectivamente.

Analizar esta variable es importante, desde el punto de vista de cantidad de hojas que puede llegar a producir una rama En el cultivo de morera se debe procurar tener la mayor cantidad de tallos y ramas con el ánimo de buscar la mayor producción posible de hojas (Cifuentes, 1998).

La variedad con el porte más alto después de los 90 días de poda fue Miura (163.63 cm.) seguidas por Calabresa, Tamarina y Luiz Paolieri con un promedio de 147.66 cm.

NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA: La hoja es la parte de la planta que se cosecha, la cantidad y la calidad de las hojas producidas afectan directamente la producción de capullos. Por lo tanto una adecuada selección de la variedad de morera a cultivar con buenas características en producción de hojas es importante.

Las variedades con mayor cantidad de hojas por planta fueron Taig song, R-37, Miura y Calabresa no presentando diferencias estadísticas (P 0.05) entre sí.

Las variedades que menor número de hojas presentaron fueron Kokuso 21, Tamarina y Nacional, las cuales difieren estadísticamente con las anteriores.

Peso de Ramas

Se observa que Taig Song es la variedad con mayor peso de ramas con un valor de 918.48 grs. seguida por Calabresa, Tamarina y Luiz Paolieri, no presentando diferencias estadísticas (P 0.05) entre sí.

Las variedades que presentaron menor peso fueron Fossombrone con 306 gr. y Kokuso 21 con 339.50 gr.

Relación peso hojas: Peso de ramas igual a 50:50 es utilizada para medir el punto óptimo de cosecha para alimentación del gusano de seda, esto quiere decir que el peso de hojas y tallos es muy similar o igual. Observando las relaciones encontramos que se encuentran muy cercanas a lo normal. Por consiguiente se dice de forma general que para todas las variedades se cumple esta relación.

PESO DE PLANTA: Taig Song arrojó el mejor resultado con un valor de 1.718.22 gr. seguida por Calabresa (1.522.0 gr) y Luiz Paolieri (1.501.0 gr), no presentando diferencias estadísticas (P 0.05) entre sí.

Peso total de hojas

De todas las variedades evaluadas, ésta es la más importante y significativa. Se observa que el mejor comportamiento está dado por Taig Song (769.74 gr.) seguida en orden descendente por Luiz Paolieri (687.37 gr.), Tamarina (680.87 gr.) y Calabresa (670 gr.), no presentando diferencias estadísticas (P 0.05) entre sí.

Las variedades que menor peso presentaron fueron Fossombrone y Kokuso 21 con valores de 354 gr. y 432.53 gr. respectivamente, las cuales difieren estadísticamente (P 0.05) con Taig Song, Luiz Paolieri y Calabresa.

Conclusiones:

Con este trabajo se concluye que las variedades de mejor comportamiento en cuanto a los caracteres de producción y de peso de hoja hasta ahora son Taig Song, Luiz Paolieri, Calabresa, R-37 y Miura.

La variedad Taig Song se destacó por presentar mayor cantidad de ramas mayores a 60 cm, mayor cantidad de hojas en comparación a las demás variedades, presentando un 47% más que la variedad comercial Kanva 2. El peso de hojas fue el mayor 41.6% más que Kanva 2, igualmente el peso de ramas fue el mayor y por lo tanto obtuvo el mayor peso de planta con un valor de 1.718.22 gr. en comparación a las demás variedades.

La variedad Luz Paolieri puede catalogarse como una variedad de porte alto con buen número de ramas mayores a 60 cm. en número de hojas sobrepasa 5.9% a la variedad comercial Kanva 2 y se destaca en la variable más importante en sericultura con un peso de

hojas de 687.37 gr. después de la variedad Taig Song, siendo superior en un 26.42% a la variedad Kanva 2.

La variedad Calabresa se destaca por presentar ramas de porte alto, muy delgadas. Presentó 8% más de hojas que la variedad Kanva 2 y en peso de hojas la superó en 23.2%.

La variedad R-37 se destaca por tener una buena cantidad de ramas mayores a 60 cms. y buena producción de hoja 24.4% más que Kanva 2, en cuanto al peso de hojas por planta la superó en 15.17%.

La variedad Miura presentó 13.6% más hojas que la variedad comercial Kanva 2 y en cuanto al peso la superó en 12.2%. Fue la variedad con mayor cantidad de ramas menores de 60 cms.

Cabe anotar que es necesario complementar con análisis bromatológico de cada variedad y realizar otros estudios de propagación, consumo de morera por el gusano de seda y determinar producción y calidad de capullo.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON ÚREA Y MICRONUTRIENTES EN MORERA (MORUS SP) Y EL GUSANO DE SEDA (BOMBYX MORÍ L.).

Investigación realizada por A.A. Sarker y N. Absar Bangladesh Sericulture Research and Training Institute, Rajshahi 6100, Bangladesh.

Traducido y adaptado por: I.A. Roberto González Sánchez – Administrador granja “El Pilamo” C.D.T.S.

La fertilización foliar es una técnica muy eficiente como suplemento nutricional. Es usada bajo una variedad de condiciones y en diferentes tipos de cultivos, y ha sido establecida como una práctica conveniente y económica en la agricultura en los países avanzados del occidente (Singhvi y Bose, 1990). Ha sido probada como una verdadera solución para superar las deficiencias de nutrientes más rápidamente y para limitar los daños a las plantas causados por deficiencias de nutrientes (Qaiyyum y Bari, 1990). La fertilización foliar efectivamente activa el metabolismo y la asimilación, contribuyendo a sobreponer las situaciones de estrés y a promover la absorción de nutrientes por la raíz (Singhvi y Bose, 1990; Singh, 1991).

El suministro de Urea a la hoja es más efectivo que el suministro al suelo. En general, la aplicación de Urea a las hojas ha presentado una respuesta igual a la fertilización aplicada al suelo. El fósforo puede ser utilizado por las plantas al ser aplicado foliarmente sobre las hojas de morera pero el potasio, por otro lado, causa algunos daños a las hojas (Qaiyyum y Bari, 1990). Se ha reportado que aplicaciones foliares de Urea en plantas de morera incrementan la producción (Fotedar y Chakraborty, 1985). La producción de hojas de morera y su calidad nutricional mejoró con aplicaciones foliares de varios micronutrientes según algunos reportes (Vishwanath, 1979; Ray y Gupta, 1974; Lokanath y Shivashankar, 1986). Vishwanath y Krishnamurthy (1982 -83) no encontraron ningún efecto detrimente

en el desarrollo larval y en los caracteres del capullo con aplicaciones foliares de micronutrientes. It y Nimanura (1966) y Horie et al. (1967) observaron que el K, Mg, y el Fe son esenciales para el gusano de seda y el Mn y el Co aceleran el crecimiento.

La presente investigación fue realizada para estudiar los efectos de aplicaciones foliares de Urea y cuatro micronutrientes en la producción y en la calidad de la morera y de los caracteres del capullo del gusano de seda, *Bombyx mori* L.

Fueron seleccionadas plantas de morera (variedad BM-1) de 5 años de edad. La fertilización química fue aplicada a la morera en el campo en cuatro dosis de 300 kg de N, 150 kg de P₂O₅ y 100 kg de K₂O por hectárea por año. La fertilización orgánica se utilizó a razón de 20 ton/ha/año. Se realizaron las practicas culturales normales cuando fueron necesarias.

Todas las parcelas fueron irrigadas dos veces por mes dependiendo de las condiciones de lluvias. Los tratamientos foliares fueron los siguientes:

- TFO(control) Aplicación foliar de agua
- TF1 Aplicación foliar de boro (B) como H₃BO₄ al 2%
- TF2 Aplicación foliar de Zinc (Zn) como ZnSO₄ al 2%
- TF3 Aplicación foliar de hierro (Fe) como FeSO₄ al 2%
- TF4 Aplicación foliar de manganeso (Mn) como MnSO₄ al 2%
- TF5 Aplicación foliar de urea al 0,5%
- TF6 TF1+TF2+TF3+TF4+TF5 (combinado)

La Urea, el Boro, el Zinc, el Hierro y el Manganeso fueron usados en aplicaciones foliares de 5 kg, 2 kg, 2,5 kg, 2,5 kg y 1,25 kg/ha/corte respectivamente.

El experimento fue realizado en cuatro estaciones de cría del gusano de seda así: S1 (Febrero-Marzo 1992), S2 (Mayo-Junio 1992), S3 (Agosto-Septiembre 1992) y S4 (Noviembre-Diciembre 1992). Las muestras de las hojas fueron procesadas y el contenido de nitrógeno se determinó por el método de Kjeldahl. Los micronutrientes Zn, Fe y B se determinaron por medio del espectrofotómetro de absorción atómica (Bradfield y Spenser, 1965). El Manganeso fue determinado por el método Periodate (Piper, 1969).

Fueron utilizadas las razas del gusano de seda BSRI-85/3 (multivoltino mejorado) y BV (J) (bivoltino desarrollado) para estudiar la calidad de las hojas de morera producidas bajo los tratamientos foliares de Urea y micronutrientes. La cría fue conducida siguiendo el método de Krishnaswami (1978). El peso de la larva madura, el peso de un capullo, el peso de la corteza, la producción de capullo por 100 larvas y la longitud del filamento fueron estimados siguiendo las técnicas estándar normalmente empleadas para el caso.

Los principales resultados se muestran a continuación:

- La producción de hoja de morera resultó ser mas alta en el tratamiento TF6 (aplicación foliar de Urea + Hierro+ Zinc+ Boro+ Manganeso) durante las cuatro estaciones (Tabla 7).

Tabla 7. Producción de hoja de morera (kg/1000 m²) con diferentes tratamientos de urea y micronutrientes (datos en 4 estaciones climáticas)

Tratamiento	Estación				Total
	S1	S2	S3	S4	
TF 0	670	711	730	652	2763
TF 1	675	713	737	653	2778
TF 2	673	711	733	657	2774
TF 3	678	716	731	655	2780
TF 4	676	714	738	651	2779
TF 5	694	736	748	685	2863
TF 6	707	751	760	700	2918

- Los contenidos promedio de nitrógeno (32.25 mg/g), hierro (216.17 ppm), zinc (29.33 (8.1 ppm) y manganeso (62.25 ppm) en las hojas de morera resultaron ser más altos en los tratamientos con aplicaciones foliares de urea y micronutrientes. Todos los elementos se incrementaron significativamente con las aplicaciones foliares en comparación con el tratamiento control (TF 0). Sin embargo, las hojas de morera del TF6 mostraron un incremento en el balance efectivo de todos los elementos. Los contenidos promedio de nitrógeno y zinc en las hojas de morera disminuyeron mientras que el hierro, el boro y el manganeso se incrementaron significativamente con el incremento en la madurez de las hojas.
- Los más altos registros en cuanto a peso larval, peso de un capullo, peso de la corteza, producción de capullo por 100 larvas y longitud del filamento (30.08 g , 1.3 g , 0.23 g, 107.88 g. y 767.58 m para BSR1-85/3 y 44.78 g, 1.43 g, 0.32g, 119.67 y 1021.58 m para BV (J.), respectivamente se observaron en las razas alimentadas con hojas de morera del combinado TF6 seguido del tratamiento TF5. Una significativa mejoría en la de capullo se observó en todas las estaciones con el tratamiento combinado de micronutrientes.

Los micronutrientes están presentes en las plantas en pequeñas cantidades realizando funciones esenciales en procesos vitales. La falta de micronutrientes es la responsable de la aparición de algunas enfermedades en las plantas causando pérdidas en las cosechas (Misra, 1991)

El nitrógeno tomado por las plantas es convertido rápidamente en un complejo de productos bioquímicos tales como proteínas, ácidos nucleicos, alcaloides, vitaminas,

clorofila, etc. La acumulación de proteínas en las hojas de morera es acelerada por la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Se ha reportado que la urea juega un rol muy importante en el metabolismo del nitrógeno del gusano de seda (Inokuchi y Yamada, 1986).

Por otro lado, la respuesta a las aplicaciones foliares de nutrientes es rápida, los cuales son absorbidos por el follaje y translocados a diferentes partes de la planta participando en los procesos metabólicos. La producción de hoja de morera fue significativamente superior con el tratamiento combinado (TF6) por encima del tratamiento control (TF O).

Se encontró que el crecimiento larval y los caracteres del capullo de las razas de gusano de *Bombix mori*, BSRI 85/3 y BV (J) fueron significativamente superiores en las alimentadas con hojas de morera de los tratamientos foliares. Las hojas de morera a las que se les aplica foliarmente los micronutrientes no tienen ningún efecto detrimento en el desarrollo larval ni en los caracteres del capullo del gusano de seda (Viswanath y hmurthy, 1982-83).

La producción de capullo por 100 larvas de las razas BSRI 85/3 y BV (J) fue incrementada 113.23% y 17.36% respectivamente en relación al tratamiento control debido a la aplicación foliar de 0.5% urea + 2% FeS₀₄ + 2% ZnS₀₄ + 2% H₃B₀₄ + 2% MnS₀₄ a las hojas de morera.

Se concluye entonces que el tratamiento combinado con urea y diferentes micronutrientes tiene efectos benéficos en la producción de hoja y en la calidad de la morera, lo cual influye positivamente en la producción de capullos.

FILAMENTO NATURAL : LA SEDA

Uno de los polipéptidos exclusivos que empleamos desde los comienzos dado a sus excelentes propiedades fue la seda. La seda fue descubierta por los chinos, mucho antes del nacimiento de Cristo. Está constituida por diminutas orugas tratando de hilar capullos para su transformación en mariposas. Nosotros les robamos la seda a las orugas, lo cual las deja sin hacer nada. La seda es hilada para formar fibras. Las agrupaciones de delgados polímeros individuales conducen a un material más resistente. Esta es la forma en la que hacemos sogas, por medio de débiles hebras individuales unidas entre sí, de modo tal de que el conjunto sea flexible y resistente. Por tratarse de un polipéptido, la estructura de las moléculas de seda es inusual. Posee montones de glicina, un aminoácido no sustituido. Los segmentos de glicina son capaces de formar cadenas planas extendidas que pueden empaquetarse perfecta y apretadamente. Esto le confiere a la seda su particular resistencia y su lustrosa flexibilidad. Estas propiedades exclusivas, especialmente en los climas cálidos y húmedos, hizo que la seda dominara el comercio en el oriente durante siglos. El comercio de la seda entre China y Japón controló la economía de las civilizaciones en esa región por mucho más tiempo del que cada país quiere admitir. Inclusive en Estados Unidos, la seda fue importante antes de la Segunda Guerra Mundial, para la fabricación de medias. Cuando fue luego empleada para hacer cuerdas de paracaídas, las mujeres norteamericanas se

vieron sumamente disgustadas. Esto provocó que las compañías químicas se pusieran a sintetizar seda artificial, el nylon, para hacer medias de nylon y así permitir que las mujeres mantuvieran sus pies tibios y los hombres volvieran a luchar en sus guerras.

Otra diferencia esencial entre los polipéptidos y los nylons es la forma en la que están constituidos. Los humanos hacemos toneladas de nylons por día en inmensas plantas químicas, donde se unen moléculas simples en grandes cantidades, para dar productos que deseamos o necesitamos. La naturaleza es mucho más cuidadosa y concisa en cómo hacer las cosas. Por cada organismo viviente que fabrique una enzima, debe estar involucrada otra enzima u otras especies activas. La síntesis siempre involucra un patrón o un registro de cómo se unen los aminoácidos individuales para dar el polímero final. Este patrón o mapa, es el ARN mensajero (mARN). El mensaje que lleva, obviamente, es cómo la enzima involucrada en la fabricación del péptido debe hacer el polipéptido. Cada aminoácido es conducido a la enzima por una molécula portadora y es activado para la incorporación por una diversa secuencia de reacciones. La enzima agrega un aminoácido por vez, de acuerdo a lo indicado por el mARN. Este es un proceso lento y tedioso, y lleva mucho tiempo. A veces la enzima se frustra esperando el aminoácido correcto y en su lugar, coloca uno equivocado. Para compensarlo, la enzima retrocede ocasionalmente para verificar su trabajo. Si ha cometido un error, comienza un proceso de remoción del aminoácido equivocado para insertar el correcto. Los humanos nunca hacemos esto. Si cometemos un error, simplemente rompemos todo y lo tiramos.

Los polímeros naturales incluyen al ARN y al ADN, vitales en genes y en los procesos de la vida. El ARN mensajero es el que hace posible la existencia de las proteínas, los péptidos y las enzimas. Las enzimas colaboran en la química interior de los organismos vivientes y los péptidos conforman algunos de los componentes estructurales más interesantes de la piel, el cabello e inclusive los cuernos de los rinocerontes. Entre otros polímeros naturales se encuentran incluidos los polisacáridos (azúcares) y los polipéptidos como la seda, la queratina y el cabello. El caucho natural es también un polímero natural, constituido sólo por carbono e hidrógeno.

A continuación se describe con más detalle cada una de las principales familias de polímeros naturales.

Polisacáridos

ADN y ARN

El ARN y el ADN contienen estructuras poliméricas basadas en unidades de azúcares. Esto los convierte en polisacáridos, aunque en el caso del RNA y el DNA existen grupos perfectamente ordenados unidos a las unidades de azúcares, que les confieren a dichos polímeros sus particularidades tan especiales.

Madera y Papas

Otra familia de polisacáridos incluye al almidón y la celulosa. El almidón es un polisacárido de alto peso molecular. Alimentos como el pan, el maíz y las papas se encuentran llenos de almidón. El almidón puede tener hasta 10.000 unidades de azúcar unidas entre sí. El modo en que se encuentran enlazadas estas unidades, ya sea en forma lineal o con algunas de ellas formando ramificaciones, determina el tipo de almidón o polisacárido (más adelante ampliaremos detalles). Otro importante miembro de la familia de los polisacáridos es la celulosa. Es el principal polímero constituyente de las plantas y los árboles. La madera es principalmente celulosa. Este polímero es distinto al almidón. El almidón es soluble en agua caliente y con él pueden hacerse útiles objetos. La celulosa, por otra parte, es altamente cristalina y prácticamente no se disuelve en nada. El algodón es una forma de celulosa que empleamos en casi toda nuestra ropa. El hecho de que sea insoluble en agua caliente es importante. De lo contrario, nuestra ropa se disolvería al lavarla. La celulosa posee también otra fantástica propiedad que hace posible que se vuelva lisa y achatada cuando la humedecemos y le pasamos una plancha caliente por encima. Esto hace que nuestra ropa de algodón se vea elegante (al menos por un tiempo) pero no obstante permite una fácil limpieza cada vez que la lavamos.

Quitina

Otro miembro de los polisacáridos es la quitina. Constituye el caparazón de los langostinos, camarones, cangrejos, langostas de mar y otros crustáceos. Es rígida, insoluble y en cierto modo flexible. Hasta ahora no hemos logrado hacer polímeros sintéticos que posean esta maravillosa combinación de propiedades. Tampoco hemos descubierto qué hacer con la quitina, (se retira del filamento de la seda durante el proceso de desgomado) si bien empleamos la celulosa para un montón de aplicaciones químicas y para fabricar papel, casas de madera, calzado de madera, etc. Existe un gran campo de investigación acerca de los usos de la quitina para diferentes cosas y quizás algún día podamos hacer ropas o plásticos a partir de ella. Es un área de investigación sumamente importante desde el momento en que se emplean polímeros naturales que provienen de desechos o recursos renovables.

Químicamente la quitina es poli(*N*-acetilglucosamina). Aquí está su estructura:

Una vez que averiguamos por qué la seda poseía esas asombrosas propiedades, fuimos capaces de hacer seda sintética en forma de nylons. Aún nos queda un largo camino por recorrer, sin embargo, antes de que podamos hacer ARN y ADN sintéticos, lo cual conducirá a la vida sintética. Quizás nunca lleguemos a eso y sólo nos quedemos averiguando cosas que nos conduzcan a una variedad de importantes desarrollos en polímeros sintéticos y otras áreas, incluyendo la medicina y la bioquímica. Esto plantea la importante cuestión de que la ciencia es como la vida. No se relaciona sólo con una cosa, sino con un conjunto. La ciencia de polímeros no es la única ciencia e inclusive puede no

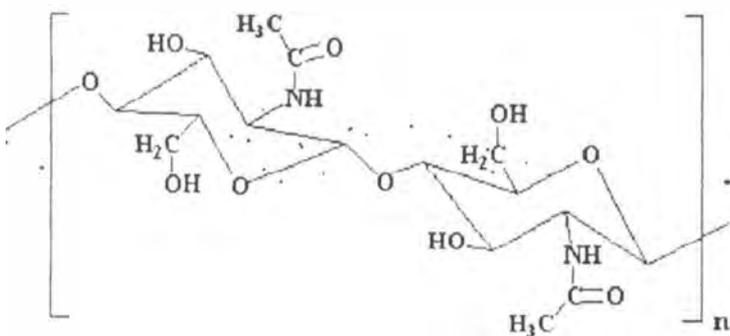
ser la ciencia más importante (¡aunque en los negocios nos guste pensar eso!). Es una de las áreas que nos pueden ayudar a comprender y emplear el conocimiento que obtenemos a partir del estudio de la naturaleza. En ese sentido, desarrollamos tecnología.

(Nota: Sólo para aclarar esta eterna cuestión de ciencia y tecnología, digamos que ambas cosas son diferentes. La ciencia es el acto de recoger conocimiento mediante la observación y la experimentación. La tecnología es poner este conocimiento en acción. Ejemplo: mediante la ciencia aprendemos que los gases calientes se expanden. Luego, mediante la tecnología, empleamos el principio de expansión de los gases calientes para fabricar un motor a nafta que pueda hacer arrancar un auto.

Proteínas y Polipéptidos

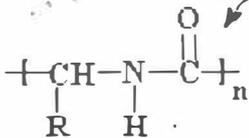
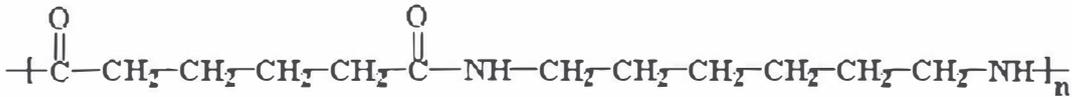
Proteínas

Las proteínas fueron los primeros ejemplos de poliamidas (nylon). Ambos comparten muchos rasgos en común, pero son muy distintos en su estructura y en sus propiedades físicas. Son similares en el sentido de que ambos contienen enlaces amida en la cadena principal. Las amidas provienen de los ácidos carboxílicos y las aminas, a través de la pérdida de agua. El segmento molecular amida es muy particular en su estructura y en las interacciones intermoleculares. Debido a la hibridación del nitrógeno, el carbono y el oxígeno del grupo amida, el segmento es básicamente plano. Más importante aún, el hidrógeno unido al nitrógeno y el oxígeno del carbonilo pueden originar una fuerte interacción denominada enlace por puente de hidrógeno. Por esta razón, los grupos amida se unen entre sí, de modo de formar fuertes asociaciones que le confieren propiedades inusuales a los polímeros que los contienen. Este tipo de interacción también es discutido en la sección de los nylons y es la similitud clave entre las poliamidas naturales y sintéticas. La diferencia entre cómo la naturaleza hace los nylons y cómo los hacemos nosotros, es notable. Nosotros partimos especialmente de moléculas que tienen muchos grupos CH_2 en



su estructura. La sección de los nylons muestra las estructuras del nylon 6 y el nylon 6,6, dos de las poliamidas sintéticas más comunes. Estas poseen cuatro, cinco, o seis grupos CH_2 entre las unidades amida. La naturaleza, no obstante, es mucho más económica, ya que eligió emplear un único átomo de carbono entre grupos amida. Lo que la naturaleza realiza

en forma diferente, es sustituir este carbono con una gran cantidad de grupos y distintos segmentos funcionales.



Esta es una poliamida natural. Esta es una poliamida sintética, el Nylon 6.6. En la naturaleza, cada unidad repetitiva tiene un grupo R específico y diferente. La naturaleza de los grupos R y el orden en que están dispuestos pueden conferir propiedades infinitamente variables. ¡Algo así como una microestructura hecha a medida! La poliamida sintética por el contrario, es sumamente aburrida, cada unidad repetitiva es siempre la misma. ¡Qué endeble somos!

Esto resulta en dos propiedades clave. En primer lugar, los segmentos individuales y la molécula entera son ópticamente activos, o *quirales*. Esto significa que son como los guantes: sólo hay una versión derecha y una izquierda. Por alguna razón, la naturaleza eligió emplear sólo la versión izquierda de los aminoácidos que son sintetizados por las plantas y los animales. El hecho de que sea empleado sólo uno de los dos isómeros conduce a algunas consecuencias estereoquímicas asombrosas. Por ejemplo, los polipéptidos naturales pueden formar estructuras helicoidales, mientras que los nylons no. Las conformaciones helicoidales incrementan la estabilidad de los polipéptidos naturales. ¿Sabía usted que ciertas bacterias pueden sobrevivir en agua caliente? Esto es porque sus polímeros naturales han sido estabilizados por esas estructuras helicoidales. La figura de abajo muestra una de ellas, llamada hélice. Los pequeños segmentos de esas estructuras helicoidales son los que la naturaleza emplea para moldear las enzimas en ciertas formas, de modo que puedan realizar su magia catalítica. Por ejemplo, un segmento flexible ovillado al azar puede estar conformado por dos segmentos hélice, de modo de poder reaccionar en algún sustrato.

Enzimas

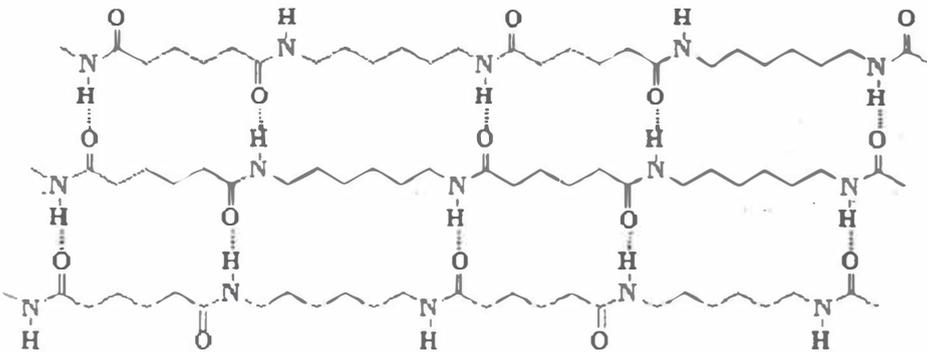
Las enzimas son unos de los principales tipos de polipéptidos y son cruciales para la vida en la tierra. Todos los organismos vivos emplean enzimas para hacer, modificar y cortar los polímeros que hemos discutido aquí. Las enzimas son catalizadores destinados a trabajos específicos. Con gran frecuencia, cada enzima realiza sólo un tipo de tarea o una sola clase de molécula. Esto significa que debe haber montones de enzimas diferentes, todas constituidas por distintas combinaciones de aminoácidos unidos de modos únicos en los polipéptidos, para realizar todas las tareas que cualquier organismo vivo necesita. Sabemos que cada criatura sobre la tierra posee cientos o aún miles de enzimas diferentes para realizar lo que la misma requiere. Lo realmente extraño es que cada una de las enzimas

tiene que estar constituida por otras enzimas. Esto conduce a mecanismos de control sumamente complicados: no tenemos ni la más mínima idea (en la mayoría de los casos) de cómo y cuándo la naturaleza decide qué enzimas son necesarias, ni cómo éstas son activadas o desactivadas. Estamos comenzando a descubrirlo y el estudio de estos sistemas constituye una importante parte de la bioquímica y la biología.

Propiedades

Fibra que procede de los capullos de los insectos sericígenos (*bombyx mori*).

Es importante señalar que las fibras están siempre constituidas por polímeros dispuestos en cristales. Tienen que ser capaces de poder empaquetarse según un ordenamiento regular, a los efectos de alinearse en forma de fibras. (De hecho, las fibras son cristales). Podemos demostrar esto observando detenidamente la forma en la que el nylon 6,6 se empaqueta



En el nylon 6,6 los oxígenos del carbonilo y los hidrógenos de la amida pueden unirse por enlace puente de hidrógeno. Esto permite que las cadenas puedan alinearse ordenadamente para formar fibras.

Los enlaces por puente de hidrógeno y otras interacciones secundarias entre cadenas individuales, mantienen fuertemente unidas a las cadenas poliméricas. Tan fuerte, que éstas no apetecen particularmente deslizarse una sobre otra. Esto significa que cuando usted estira las fibras de nylon, no se extienden mucho, si es que lo hacen. Lo cual explica por qué las fibras son ideales para emplearlas en hilos y sogas

Propiedades positivas

La recuperación de la seda a las arrugas es muy buena.

La seda posee un excelente brillo, con elegante caída, y su tacto es suave, seco y sonoro.

La limpieza en seco evita distorsiones de textura, dimensiones y teñido.

Propiedades negativas

Los tejidos de seda no admiten el calor, por lo que el planchado debe realizarse a baja temperatura.

La acción prolongada de la luz, asimismo, amarillea los tejidos.

El sudor la destruye, amarillea y disuelve.

Utilización

La seda es empleada en productos de elevada calidad, sea en confección, accesorios de moda y ropa de hogar muy exclusiva.

BIBLIOGRAFÍA

BENAVIDES, J. E. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus sp.*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). En: Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas. Proy. Sistemas de Producción Animal. CATIE, Turrialba, C.R. 1986. Serie Técnica. Inf. Técnico No. 67:40-42.

BENAVIDES, J.E. 1999. Utilización de la morera en sistemas de producción animal. En: Sánchez, M.D. & Rosales, M. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Memorias de la conferencia electrónica. FAO, Roma (in press).

BENAVIDES, J.E.; ESQUIVEL, J. Y LOZANO, ESMERALDA. 1995. Módulos agroforestales con cabras para la producción de leche. Guía técnica para extensionistas. Manual Técnico #18, CATIE, Turrialba. 56p.

BENAVIDES, J.E.; LACHAUX, M. & FUENTES, M. 1994. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus sp.*). En: Benavides, J.E. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Volumen II. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p495-514.

BOTERO, Luis Fernando. Ramírez, S.D. Efecto de diferentes niveles de fertilización con Ca y P, sobre la producción de hoja de morera. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Manizales. Junio 1991. Págs. 48-50.

BUSTAMANTE A., Alvaro. La Morera (*Morus sp.*) Alimento especializado para el gusano de seda (*Bombyx mori*). Popayán: Federación Nacional de Cafeteros, 1990. 7 p.

CARMONA, Fabián F. Diferentes sistemas de poda en cuatro materiales de morera (*Morus spp*) en la zona de Santágueda, municipio de Palestina (Caldas). Manizales: Convenio

CDTS -Universidad de Caldas, 1997. 102.p. .

CARO, Londoño Hernán. Efecto de Diferentes concentraciones y frecuencia de Aspersión con Nitrato de Potasio en la producción de Café. En: Fertilización de cultivos en clima medio. Monómeros Colombo Venezolanos S. A. 2a. ed. Págs. 101 -110. 1995.

CIFUENTES C., César A. Comportamiento agronómico de la morera (*Morus indica* Var. Kanva 2) en la granja "Rafael Escobar Pizano" - CENICAFÉ, Supía. Pereira: Federación Nacional de Cafeteros. 1990.7 p.

CIFUENTES, César; Sohn, Kee Wook. Cultivo de Morera, En: Manual Técnico de Sericultura, Págs. 86-91. 1998.

CRUZ B., Luis Fernando. Distancias de siembra en 4 variedades de morera (*Morus* sp). Avances Técnicos del CDTS.1(1) 13-21. 1997.

CURSO LATINOAMERICANO DE SERICULTURE TROPICAL. (2o.: 1998: Pereira). Memorias del II Curso Latinoamericano de Sericultura Tropical. Pereira: Centro de Desarrollo Tecnológico de Sericulture - CDTS, 1998. 330 p.

DESHMUKH, S.V.; PATHAK, N.V. & TAKALIKAR, D.A. 1993. Nutritional effect of mulberry (*Morus alba*) leaves as sole ration of adult rabbits. World Rabbit Science 1(2):67-69.

ESPINOZA, E.; BENAVIDES J.E. Y FERREIRE, P. Evaluación de tres variedades de morera (*Morus alba*) en tres sitios ecológicos de Costa Rica y bajo tres niveles de fertilización. Citado por Benavides, J.E., 1999.

ESQUIVEL, J., BENAVIDES, J.E., HERNÁNDEZ, I., VASCONCELOS, J., GONZÁLEZ, J., & ESPINOZA, E. 1996. Efecto de la sustitución de concentrado con Morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. En: Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p25.

FAO. 1988. Mulberry cultivation. FAO Agricultural Services Bulletin 73/1, Rome, 127p.

FAO. 1990. Sericulture training manual. FAO Agricultural Services Bulletin 80, Rome, 117p.

FONSECA, A., PAOLIERI, L., FONSECA, T. Competicao de variedades de Amoreira. Nova Odessa, SP, 33 (2): 319-323. Jul/dez 1976.

GARCÍA C., J. Y KRAUSE H., B. Estudio de adaptación de materiales promisorios de morera en la zona central cafetera de Colombia (*Morus* spp.). Chinchiná: CENICAFÉ, 1994. 19 p.

GONG, L.; REN, D.J. AND WANG. Studies on the solar ebergy utilization of mulberry fields with different planting densities. Sericologia 35(3):497-505.

GONZÁLEZ, E.; DELGADO, DENIA Y CÁCERES, O. 1998. Rendimiento, calidad y degradabilidad ruminal potencial de los principales nutrientes en el forraje de morera (*Morus alba*). En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". 25-27 de noviembre 1998. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p69-72.

GONZÁLEZ, SANDRA EUGENIA Y MEJÍA, I. 1994. Utilización de la morera (*Morus indica*) como reemplazo parcial del concentrado en la crianza de terneras. Tesis de grado, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

GOVINDAN, R.; NARAYANASWAMY, T.K. & MAGADUM, S.B. 1988. Relative moisture loss from leaves of some mulberry varieties during storage. *Current Research University of Agricultural sciences Bangalore* 17(11):151-153.
ITA#2, Conkal, Yucatán. p257.

ITA#2. 1998. Introducción y evaluación de la morera en Yucatán, México. Informe Técnico del proyecto FAO. Instituto Tecnológico Agropecuario #2, Conkal, Yucatán, México.

JAYAL, M.M. AND KEHAR, N.D. 1962. A study on the nutritive value of mulberry (*Morus indica*) tree leaves. *Indian Journal of Dairy Science* 15:21-27

JEGOU, D.; WAELPUT, J.J. & BRUNSCHWIG. 1994. Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus sp.*) y Amapola (*Malvabiscus arboreus*) en cabras lactantes. En: Benavides, J. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Volumen I. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p155-162.

KAMIMURA, C.; KOGA, S.; HASHIMOTO, A.; MATSUISHI, N.; TORIHAMA, Y.; NISHIGUCHI, T. AND SHINOHARA, K. 1997. Studies on the factors influencing the mulberry (*Morus alba*) productivity in fields. *Journal of Sericultural Science of Japan* 66(3):176-191.

KELLOGG, E.A. & JULIANO, N.D. 1997. The structure and function of RuBisCo and their implications for systematic studies. *American Journal of Botany* 84(3):413-428.

KORN, M. 1996. The dike-pond concept: sustainable agriculture and nutrient recycling in China. *Ambio* 25(1):6-13.

KRAUSE H., Bárbara. Parámetros y factores de producción del cultivo de morera. Pereira: Federación Nacional de Cafeteros, 1991. 11 p.

LARA Y LARA, P.E.; SANGINÉS G., R. & Dzib M., R. 1998. Utilización de hojas de morera (*Morus alba*) en la producción de carne de conejo. *Memorias del IX Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario*.

LE THU HA, NGUYEN QUANG SUC, DINH VAN BINH, LE THI BIEN AND PRESTON, T.R. 1996. Replacing concentrates with molasses blocks and protein-rich tree leaves for reproduction and growth of rabbits. *Livestock Research for Rural Development*. 8(3):33-37.

MACHII, H. 1989. Varietal differences of nitrogen and amino acid contents in mulberry leaves. *Acta Sericologica et entomologica (Japan)* 1, September, 1989, p51-61.

MAYMONE, B.; TIBERIO, M. E TRIULZI, G.A. 1959. Ricerche comparative sulla digeribilità delle foglie di gelso nelle larve di *Bombyx mori* e negli animali superiori. *Annali dell'Istituto Sperimentale Zootecnico di Roma, Volume VI, Roma.*

MEHLA, R.K.; PATEL, R.K. AND TRIPATHI, V.N. 1987. A model for sericulture and milk production. *Agricultural Systems* 25: 125-133.

MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A. Fertilización del Cultivo del Cafeto. En: *Fertilización de cultivos en clima medio. Pags.45-58. 1989.*

NARAYANA, H. AND SETTY, S.V.S. 1977. Studies on the incorporation of mulberry leaves (*Morus indica*) in layers mash on health, production and egg quality. *Indian Journal of Animal Science* 47(4):212-215.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984. *Nutrient Requirements of Poultry.* National Academy Press, Washington, 71p.

OJEDA, F.; MARTÍ, J.; MARTÍNEZ, NEREYDA & LAJONCHERE, G. 1997. Harina de morera: un concentrado tropical. En: *Memorias del III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la gandería". Estación experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba 25-27 noviembre 1998.*

OVIEDO, F.J.; BENAVIDES, J.E. & VALLEJO, M. 1994. Evaluación bioeconómica de un módulo agroforestal con cabras en el trópico húmedo. En: *Benavides, J. Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Volumen I. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p601-629.*

PEREA, Oscar y KRAUSE, Barbara. Estudio de adaptación de variedades de morera (*Morus spp.*) en la granja experimental "La Catalina". *Federación Nacional de Cafeteros: Pereira, marzo 1991.*

PRAŞAD, P.Ē. AND REDDY, M.R. 1991. Nutritive value of mulberry (*Morus alba*) leaves in goats and sheep. *Indian Journal of Animal Nutrition* 8(4): 295-296

RODRÍGUEZ, C.; ARIAS, R. & QUIÑONES, J. 1994. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de morera (*Morus spp.*) en el trópico seco de Guatemala. En: *Benavides, J.E. Arboles y arbustos forrajeros en América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p515-529.*

ROJAS, H. & BENAVIDES, J.E. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de morera (*Morus sp.*). p305-317.

SHAYO, C.M. 1997. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of central Tanzania. *Tropical Grasslands* 31(6):599-604.

SINGH, B.; GOEL, G.C. AND NEGI, S.S. 1984. Effect of supplementing mulberry (*Morus alba*) leaves ad libitum to concentrate diets of Angora rabbits on wool production. *Journal of Applied Rabbit Research* 7(4):156-160.

SUAREZ, Arturo. La Eficiencia de la fertilización potásica en el trópico. En: *La fertilización en la agricultura contemporánea*. Pags. 105-117.

SUBBA RAO, A.; AMRITH KUMAR, M.N. AND SAMPATH, S.R. 1971. Studies on mulberry (*Morus indica*) leaf-stalk palatability, chemical composition and nutritive value. *Indian Veterinary Journal* 48:854-857.

TALAMUCCI, P. AND PARDINI, A. 1993. Possibility of combined utilization of *Morus alba* and *Trifolium subterraneum* in Tuscan Maremma (Italy) In: *Management of mediterranean shrublands and related forage resources*. REUR Technical Series 28, FAO, Rome, p206-209.

TIKADER, A.; ROYCHOWDHURI, S.; MISHRA A.K. AND DAS, C. 1993. Foliage yield of different varieties of mulberry (*Morus* species) grown at two spacings in hill of West Bengal. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 63(1): 36-37

TIPTON, J. 1994. Relative drought resistance among selected southwestern landscape plants. *Journal of Arboriculture* 20(3):151-155.

TRIGUEROS, R.O. Y VILLALTA, P. 1997. Evaluación del uso de follaje deshidratado de morera (*Morus alba*) en alimentación de cerdos de la raza Landrace en etapa de engorde. En: *Resultados de Investigación, CENTA, El Salvador* p150-155.

VEZZANI, V. 1938. La foglie di gelso nell'alimentazione delle vacche da latte. *Annali della Sperimentazione agraria* Volume XXIX, Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Roma.

YAMASHITA, T. & OHSAWA, R. 1990. Quantitative investigation on nitrogen metabolism in mulberry leaves. *Bulletin of the National Institute of Sericultural and Entomological Science, Japan*. March (1):27-44.

ZEPEDA, J. 1991. El árbol de oro. Los mil usos de la morera. *Medio Ambiente (Perú)* 47:28-29.

___ Conceptos básicos sobre producción de hoja de morera y alimentación del gusano de seda. Pereira: Federación Nacional de Cafeteros, 1982. 22 p.

__El cultivo de la morera (Morus sp.). Pereira: Federación Nacional de Cafeteros, 1990, 16.
p.

MATERIAL-DE-CLASE-CURSO-ESTRUCTURA-MOLECULAR-DE-LOS- MATERIALES

Sus **propiedades** físicas y químicas. Residuos ácidos, básicos, polares y no
Varios tipos de **seda** de araña, por ejemplo, la **seda** de arrastre y la de
mit.ocw.universia.net/.../BE-442Molecular-Structure-of-Biological-MaterialsFall2002/LectureNotes/ - 38k

Polímeros

Naturales

una vez que averiguamos por qué la **seda** poscía esas asombrosas **propiedades**,
desde los comienzos dado a sus excelentes **propiedades** fue la **seda**.
www.pslc.ws/spanish/natupoly.htm - 20k

Fibras

textiles

... Acción de insectos y microorganismos. 1.- **Propiedades** Geométricas: ... Todas las fibras
naturales se encuentran de forma discontinua, exceptuando la **seda**.