



**CAPITULO II**  
**Realizaciones en Investigación**  
**y Transferencia de Tecnología**  
**por Sistema de Producción**

# SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

## ALGODÓN

*(Gossypium hirsutum)*

El algodón es uno de los principales cultivos transitorios de la agricultura colombiana, después del maíz y el arroz. La caída de los precios internacionales, la continua revaluación de la moneda nacional, los problemas internos de seguridad, el incremento en el precio de los insumos agrícolas, el estancamiento de los rendimientos y la ineficiencia de las prácticas agrícolas han hecho que el área de siembra se haya reducido en los últimos años, y que el cultivo se encuentre actualmente en la más grave crisis de competitividad de que se tenga noticia en toda su historia.

En Colombia, la fibra de algodón compite por el mercado interno y externo con la producida en otros países. Esta situación se hizo más evidente a partir de la apertura económica y de la internacionalización de la economía implementada en el país en 1992. No obstante la situación que atraviesa este cultivo, son muchas las regiones, familias y pequeñas industrias que dependen de él para su subsistencia. Por otra parte, el algodón como producto admite una integración entre agricultura e industria, si se tiene

en cuenta que, paralelo al cultivo, la producción de textiles en nuestro país ha tenido un desarrollo importante.

Las limitantes del algodón en Colombia, están relacionados con los rendimientos, el manejo integral del cultivo, las plagas, los suelos y aguas, la calidad y poscosecha y la transferencia de tecnología.

Los resultados obtenidos por Corpoica en las diferentes áreas temáticas, se indican a continuación:

A través de la introducción y del intercambio de material genético con otros países, se ha logrado en los últimos cinco años incrementar la colección mundial de variedades de algodón con trece genotipos, diez de los cuales son tolerantes a condiciones adversas y tres tienen fibra de color verde, marrón y kaki. En este momento, la colección cuenta con 611 materiales de diferente origen, los cuales pueden ser utilizados como padres para desarrollar nuevas variedades y responder a las necesidades del mercado con fibras de características especiales, como es el caso de la fibra con colores naturales, de alta demanda en el mercado europeo.

Se han producido once líneas mejoradas y altamente promisorias para Colombia, siete de las cuales tienen fibra media y cuatro fibra larga. En la actualidad, estas líneas se encuentran en pruebas de adaptación contratadas con el ICA, y las resultantes, con mejor adaptación a las microrregiones, serán liberadas en 1999 como nuevas variedades nacionales.

En particular, la línea Cesar 109-93 presenta un rendimiento promedio de fibra de 914 kg/ha, cantidad superior en 17% a la obtenida con la Gossica MC-22. (liberada por el ICA). Esta ventaja le permitiría al agricultor ingresos adicionales por \$ 240.000, mejorando su capacidad competitiva. Además, posee una excelente calidad de fibra que supera en dos mm de longitud y dos g/tex de resistencia a las variedades comerciales utilizadas en Colombia, lo cual es importante para la industria textil en el momento de elaborar las hilazas.

Igualmente, se han seleccionado seis líneas, cuya característica principal es su alto porcentaje de fibra y alta productividad. El porcentaje de fibra oscila entre 41 y 45%, valor nunca antes reportado en variedades nacionales, con lo cual los rendimientos de fibra fluctúan entre 1.300 y 1.400 kg/ha. Con ésto, se espera mejorar los ingresos de los agricultores que básicamente dependen del precio de la fibra para sus ingresos.

Para la región del Valle del Río Cauca, se ha logrado la producción de la línea L-97 de fibra larga, esencial en la elaboración de hilos e hilazas de alta calidad en la industria textil, la cual supera las características industriales de la variedad Acala y se vislumbra como una nueva alternativa para el Valle del Cauca y una solución para los problemas de inmadurez.

Debido a que los problemas de inmadurez de la fibra en el Valle del Cauca y los Llanos Orientales, están relacionados con la adaptación de los genotipos de fibra media a las condiciones ambientales de estas regiones, se han efectuado pruebas con variedades comerciales y líneas mejoradas buscando un mejor ajuste oferta-demanda.

Mediante varios estudios se ha logrado la validación de métodos de monitoreo para el manejo eficiente del sistema de producción de algodón. Se encontró como criterio fundamental para la toma de decisiones agronómicas oportunas y eficientes, la posición de la flor blanca en la planta.

Cuando ocurre un estrés hídrico y nutricional en el cultivo, hay disminución progresiva en el número de nudos por encima de la última flor blanca como consecuencia de una disminución en el crecimiento a medida que los recursos se agotan. Cuando se dispone de métodos de monitoreo, esta condición se puede corregir antes de que se

presenten efectos mayores. Para que los rendimientos de fibra no se afecten por este tipo de estrés, el número de nudos encima de la flor blanca debe ser mayor que cinco.

Otro factor involucrado en la manifestación de fibras inmaduras en la Orinoquia Colombiana es la época de siembra. En tres variedades comerciales (Gossica MC-22, DP-5415 y STV-453), la variedad nacional Gossica MC-22 fue la de



#### Recolectores de algodón

mejor comportamiento productivo y de calidad (madurez), con lo cual se demuestra su potencial de adaptación para toda la microregión algodonera del Piedemonte Llanero y se consiera como una alternativa para la solución del problema de inmadurez de la fibra.



En el Alto Magdalena, se determinaron los requerimientos hídricos de las variedades comerciales Gossica N-23, Deltapine 61 y de dos líneas avanzadas; se encontró que el cultivo requiere hasta los 120 días de edad entre 414.4 y 493 mm de agua, y que los máximos requerimientos de agua son entre los 40 y 80 días con valores de 4.8 mm/día. Igualmente, en el Valle del Cesar se determinaron los requerimientos hídricos de las líneas promisorias.

En el Valle del Cauca se halló que el algodón se adapta a las altas densidades de siembra, pero que éstas dependen de las características morfológicas de las variedades. Comparando variedades de porte alto con hojas palmeadas (Acala BR5) y lanceoladas (Línea 5), frente a variedades de porte compacto (Gossica P-12), a diferentes densidades de población y con el empleo de un regulador del crecimiento, se observó que el aumento de la población se facilita con el uso de variedades de porte compacto, induce reducciones en el número de frutos por planta, pero es menor si se utiliza el regulador de crecimiento.

En suelos algodoneros deteriorados del Valle del Cesar, el sistema de labranza profunda mejoró notablemente las propiedades físicas y biológicas. Como resultado se obtuvo un rendimiento de algodón con semilla de 3.423 kg/ha con respecto a 2.000 kg/ha con labranza convencional. Con esta tecnología se puede lograr una economía del 42% en la preparación de la tierra (\$40.000 de labranza profunda contra \$ 95.000

de labranza convencional) y un incremento hasta del 70% en los rendimientos del cultivo. La aplicación de esta tecnología tiene restricción debido a que las maquinarias e implementos con que cuenta la microregión algodonera del Valle del Cesar data de 30 años, y a que la potencia promedio de los tractores está por debajo de la que se requiere para esta tecnología.

La microfauna se reduce en suelos deteriorados, por eso se hace necesaria la identificación de microorganismos con capacidad para recuperarla. Se logró el aislamiento de las cepas de una bacteria del género *Azotobacter*, caracterizadas por su capacidad para la fijación de nitrógeno y posible producción de sustancias estimulantes del crecimiento. También se identificaron las micorrizas nativas *Glomus mosease* y *Entrophosphora Colombiana*, las cuales pueden contribuir a la nutrición fosfórica de la planta.

En el Valle del Cauca, se implementó un sistema de labranza de conservación aplicable a suelos sin restricciones, obteniéndose rendimientos iguales o superiores a los del sistema tradicional de preparación. Para la producción de un kilogramo de algodón con semilla, cuando se utiliza el cincel vibratorio, el costo se reduce en 41% en relación con la producción del mismo kilogramo bajo el sistema de labranza convencional. Cuando se usa el Mulch tiller y la siembra directa, sin preparación y aprovechando los residuos de la cosecha anterior para cobertura, el costo de la labranza se disminuye aún más y, el costo para

producir el mismo kilogramo de algodón con semilla se reduce en un 70%.

En la búsqueda de alternativas no convencionales, más sostenibles, que permitan la sustitución de los fertilizantes químicos y contribuyan a la reducción de los costos de producción, se evaluó en el Valle del Cauca el abonamiento con fuentes orgánicas provenientes de gallineros (gallinaza), residuos de la industria azucarera (cachaza) y residuos en descomposición (lombri-compuesto).

En manejo integrado de plagas, para el control del picudo se evaluó el insecto benéfico *Catolaccus grandis*, un himenóptero que parasita larvas y pupas; se obtuvo alta capacidad de adaptación del benéfico a las condiciones ambientales de la microregión del Valle del Río Cauca con un alto porcentaje de parasitismo en laboratorio. En la actualidad, se trabaja en el perfeccionamiento de las técnicas de producción y liberación masiva de este parasitoide y en la evaluación del parasitismo en campo.

Para el control biológico, se identificaron los enemigos naturales del *Alabama argillacea*, plaga clave del algodón, *Trichogramma* sp, *Rogas gssypii*, *Euplectrus junctus*, *Brachymeria comitator*, y *Winthemia rufopicta*, las cuales parasitaron huevos, larvas y pupas. También se identificaron los enemigos naturales del *Sacadodes pyralis*, *Trichogramma* sp y *Telenomus* sp, parasitoides de huevos, del *Apanteles thurberiae*, parasitoide de larvas, y del *Crythoecostizus* sp.

Con el propósito de sustituir los insecticidas de origen químico por productos orgánicos de fácil degradación y alta efectividad en el control de *Alabama argillacea*, a nivel de laboratorio se evaluaron extractos de plantas, los cuales ocasionaron mortalidad a los insectos, así: árbol del Nim 77%, anamú 73%, sábila 72% y ají picante 66%.

A nivel de campo la mortalidad fue del 60% con árbol del Nim y anamú, del 46% con ají picante

y del 33% con la sábila. Los resultados indican, que se reducirá la dependencia en productos de origen químico, así como los niveles de contaminación y los costos del cultivo.

## ARROZ

(*Oryza sativa*)

El arroz es básico en la dieta alimenticia de la población del mundo y junto con el trigo sigue siendo la principal fuente de calorías y proteínas. Es un producto básico de la canasta familiar y su contribución al gasto en alimentos es de 9.54%.

Para 1997, el consumo aparente per cápita de arroz blanco fue estimado en 25.2 kg/persona/año, lo cual muestra una disminución sustancial con respecto a 1982, año en el cual su consumo fue de 42.7 kg/per cápita.



El cultivo de arroz en Colombia se siembra bajo tres sistemas de producción con características bien definidas. El sistema de producción irrigado o arroz riego utiliza lámina de agua durante todo su ciclo, y se localiza preferencialmente en los distritos de riego públicos y privados. Usa alta tecnología en su producción, el 70% del área del país se siembra bajo riego, aporta el 75% de la producción nacional y su rendimiento en 1997 fue, en promedio, 5.9 t/ha, lo cual ubica a Colombia dentro de los países más eficientes en la producción del grano en el mundo.

El segundo sistema de producción es el de arroz mecanizado, el cual representa el 27% del área y contribuye con 23% a la producción nacional. El arroz que se cultiva bajo esta modalidad depende de la lluvia para su germinación, crecimiento y desarrollo, lo cual obliga a sembrarlo en períodos muy definidos y, por lo tanto, genera alta concentración en la demanda de servicios durante todas las labores del cultivo, especialmente la cosecha, la cual, por su alto volumen, origina problemas de comercialización. Sumado a esto, se observa ineficiencia en el sistema, ya que la infraestructura de cosecha, transporte, secamiento y almacenamiento no se usa durante gran parte del año. Bajo este sistema de producción, el rendimiento promedio, en 1997, fue de 4.6 t/ha.

El tercer sistema de producción de arroz es el denominado de secano manual o a chuzo, que demanda un uso intensivo de la mano de obra familiar y no utiliza técnicas modernas en su producción. Más del 50% de la producción se comercializa regionalmente permitiendo la adquisición de otros bienes de consumo, el 20% se destina al autoconsumo y el 30% como trueque.

Los costos de producción dependen del grado de tecnificación del sistema de producción, bien sea éste riego o secano, de la zona agroecológica, del tamaño de la explotación, de la tenencia de la tierra, de la infraestructura disponible y de

los problemas inherentes a la comercialización, entre otros.

Los limitantes tecnológicos se relacionan con el mejoramiento genético, la calidad, la degradación del suelo, las plagas, la cosecha y poscosecha, y la transferencia de tecnología.

Entre los logros que la Corporación ha obtenido en esta especie se pueden mencionar los siguientes :

En 1994, se entregó a los agricultores del Tolima y Huila la nueva variedad de arroz *Oryzica Yacú 9*, cuyas características más importantes son: resistencia al vuelco y alto potencial de rendimiento, tolerancia a las enfermedades piricularia y hoja blanca, de calidad de cocina y molinera similar a las variedades *Oryzica 1* y *Oryzica 3* de mayor aceptación entre los molineros y agricultores.

Se tienen 33 líneas F5, 23 líneas F6, 30 líneas seleccionadas en el taller organizado por el Fondo Latinoamericano de Arroz Riego (FLAR), y las líneas avanzadas CT 10335-3-1-1-1-1 y CT 11061-2-4-3T-4P-6P para evaluar en fincas de agricultores.

Se evaluaron tres cepas de *Trichoderma harzianum* para el control de (*Rhizoctonia solani*) y se probó la eficacia de 23 productos químicos fungicidas *in vitro*.

Por otra parte, para la zona arroceras del Tolima el rendimiento está relacionado directamente con el grado de afección en las macollas, así: a lo largo del ciclo vegetativo del arroz, se encontró que la enfermedad se presenta hacia los 40 días, con una incidencia del 6.8% y una severidad del 4.3%, pero su avance a los 100 días puede llegar a 52.7% de incidencia y a 48% de severidad.

En cuanto a manejo de agua, se realizaron estudios para determinar los requerimientos del cultivo y evaluar algunas prácticas y el efecto de cuatro láminas de riego. En el distrito de riego de

Usocoello, con el método en curvas a nivel y manejo de agua, mediante mojes periódicos (sin inundación continua), se pueden obtener reducciones del 30% en el consumo total de agua y del 60% en Usorecio.

En 1995, se entregó en los Llanos Orientales la variedad *Oryzica Sabana 10* proveniente del cruce Colombia 1x M 312A/ IRAT 124// RHS 107-2-1-2TB-1JM, genealogía CT6196-33-11-1-3-M, la cual se adapta bien entre 0 y 400 m.s.n.m en suelos ácidos, bien drenados de sabana, con saturación de aluminio de hasta 92%. Posee un sistema de raíces grueso y profundo, tallos fuertes y flexibles resistentes al vuelco, macollamiento intermedio, ciclo vegetativo de 110 a 115 días y altura de planta entre 101 y 105 cm.

Esta variedad es resistente a piricularia (*Pyricularia grisea* Sacc.) en la hoja y el cuello de la panícula, moderadamente resistente al virus de la hoja blanca y resistente al manchado del grano. Su calidad molinera y culinaria es excelente, tiene grano largo y delgado (relación largo/ancho de 3/2), temperatura de gelatinización intermedia y contenido de amilosa de 24%. En pruebas regionales y semicomerciales, entre 1989 y 1995, rindió, en promedio, 3.6 y 3.0 t/ha, respectivamente. Por sus características especiales, *Oryzica Sabana 10* se considera una alternativa sostenible y competitiva para introducir diversidad genética al ecosistema en las sabanas bien drenadas de la Altillanura, o en suelos clase IV de la Orinoquia Colombiana.

En 1997, se seleccionaron 22 líneas F4, 57 líneas de observación y 74 plantas fértiles de selección recurrente, con buen tipo de planta y tolerancia a enfermedades, las cuales se evaluarán, en 1998, por su potencial de rendimiento, en Líneas F5, Líneas de Observación y Ensayos de Rendimiento.

La línea precoz 60189, además de su alta precocidad, posee tolerancia a las principales en-

fermedades limitantes: piricularia en hoja y cuello de la panícula, manchado de grano, helmintosporium y virus de la hoja blanca. Esta línea ha rendido entre 3 y 5 t/ha tanto en sabana como en suelos de vega, y muestra buen rendimiento en molino, bajo centro blanco y calidad culinaria.

Se determinaron los niveles críticos de recomendación de nutrimentos para las variedades de arroz *Oryzica Llanos 4*, *Oryzica Llanos 5*, *Oryzica Caribe 8*; así mismo, se establecieron los niveles críticos de fertilización para las variedades de arroz de sabana *Oryzica Sabana 6* y *Oryzica Sabana 10*. Con estos resultados se pudo sostener e incrementar la producción de los cultivos de riego y secano en cerca de un 5%, lo mismo que la siembra de cerca de 6.000 ha de arroz en los sistemas agropastoriles. Se observó que las variedades para los ecosistemas de secano y riego, obtenidas en los últimos años, presentaban un nivel mayor de exigencia a los fertilizantes.

Los experimentos sobre sistemas de labranza, permiten concluir que es preciso disminuir al máximo el uso de maquinaria para el laboreo del suelo; de la misma manera, es necesario incrementar los niveles de materia orgánica de éstos. La labranza de conservación, con preparación de suelos profunda, mediante el uso de cinceles y la incorporación de materiales orgánicos, son una alternativa importante en los sistemas de producción de arroz, maíz y soya; con la implementación de esta tecnología, se logra una reducción del 50% en los costos de preparación del suelo. La incorporación de abonos verdes en suelos de vega, mejoran las condiciones físicas de los suelos disminuyendo la densidad aparente e incrementa la porosidad en cerca del 5%. También se logran aumentos en la disponibilidad de algunos nutrimentos con la incorporación de estos materiales.

La aplicación e incorporación de raquis de palma y la adecuada fertilización, logran rendimien-



tos en arroz hasta del 21% en suelos degradados de terrazas medias. Los estudios sobre rotación de cultivos, muestran la importancia de la rotación gramínea (maíz o arroz) con leguminosa (soya o caupí), así como la asociación de maíz con abonos verdes (cannavalia, vitabosa, crotalaria). Se han encontrado materiales de crotalaria más eficientes en la producción de biomasa que la obtenida con *Crotalaria juncea*, lo cual hace posible contar con alternativas de manejo para los suelos y con germoplasma de abonos verdes.

Se corroboró la facilidad de transmisión de la afección conocida como entorchamiento del arroz, lo cual lleva a que se tenga más cuidado en el paso de maquinaria entre zonas, al visitar lotes después de estar recorriendo un cultivo afectado y a usar semilla de costal, entre otros aspectos. Las malezas gramíneas y ciperáceas, al igual que los cultivos de gramíneas, pueden estar favoreciendo el mantenimiento del inóculo en condiciones naturales. Parece existir un efecto de la rotación de cultivos sobre la colonización de raíces de arroz por *Polymyxa*. El entorchamiento del arroz está distribuido en forma más o menos amplia en las zonas arroceras de los departamentos del Meta y del Casanare. No se detectaron problemas patológicos de mayor importancia en ninguna otra especie cultivada.

En cultivo puro están para evaluar microorganismos como controladores biológicos de *Polymyxa* sp., con el fin de introducir un nuevo componente para el manejo del entorchamiento del arroz. En este tipo de cultivo se han encontrado y obtenido aislamientos de *Trichoderma* sp. en suelos arroceros de lotes con presencia de la enfermedad; se han hallado actinomicetos que presentan *in vitro* actividad antibiótica contra otros microorganismos; también se ha determinado la presencia de micorrizas en lotes afectados.

En la Región Caribe se identificaron cuatro sistemas de producción que revisten importancia

dentro de la zona: secano manual, secano mecanizado, riego favorecido y transplante.

**Arroz secano manual:** unicultivo a chuzo o manual de economía campesina, sembrado en suelos planos y semiondulados y de textura franco arcillosa, de fertilidad moderada a baja, de bien a mal drenados, con baja utilización de insumos y sembrados por pequeños propietarios o aparceros, en lotes de 0.2 a 2 ha (sabanas planas y colinadas, Depresión Momposina, Golfo de Morrosquillo y Faja Litoral). Los rendimientos son de 1.8 t/ha.

Los problemas fitosanitarios más críticos se relacionan con la incidencia de la piricularia (*Pyricularia oryzae*), en razón de que del 10 al 15% del área arroceras está afectada por quemazón y el 20% del área por estrangulamiento en el cuello de la panícula. La incidencia de la hoja blanca se estima en un 10% en el área arroceras. Igualmente, se reporta alta susceptibilidad de las variedades a insectos plaga (20% del área afectada).

**Arroz secano mecanizado:** unicultivo en suelos planos, profundos, de textura franca a arcillosa, de mediana a alta fertilidad, manejado por pequeños y medianos productores en predios de 3 a 100 ha (Valle del Sinú, La Mojana y sabanas planas y colinadas). Los rendimientos estimados en este sistema son de 3.5 t/ha.



El sistema de arroz seco mecanizado, se analizó en las Sabanas de la Depresión Momposina. La mecanización se realiza en las labores de preparación, siembra y cosecha. En este sistema se observa una mayor utilización de insumos frente al seco manual, ya que se emplean 187 kilogramos de semilla/ha y prácticas de fertilización.

**Arroz riego:** unicultivo en suelos planos arcillosos, profundos, mal drenados y de mediana a alta fertilidad, manejados por pequeños y medianos propietarios y arrendatarios en predios que van de 1 a 150 ha (Valle del Sinú y Faja Litoral).

Los rendimientos se estiman en 5 t/ha. La mecanización se usa en la preparación del suelo y en la cosecha. En general, se aplican dosis normales de fertilizantes (urea, DAP, Agrimín) y se efectúa control de malezas y plagas con productos químicos.

En cuanto al arroz en transplante, éste se analizó en Ciénaga Grande y Baja del Bajo Sinú. Se estimó un rendimiento de 1.5 t/ha. Se observan costos altos en siembra debido a la preparación del semillero, actividad que es intensiva en el uso de mano de obra que asciende a 28 jornales/ha.

En el sistema seco a chuzo, están en proceso de desarrollo los siguientes materiales:

- 36 líneas para ensayos de observación.
- 11 líneas para ensayos de rendimiento.
- 4 líneas experimentales promisorias en fase final, para pruebas de eficiencia. Estas últimas reúnen las siguientes características: porte intermedio (1.0 a 1.20 m), tolerancia a enfermedades (piricularia y hoja blanca), alta calidad culinaria y molinera, bajo centro blanco (menor de dos), tolerancia a sequía, período vegetativo precoz (de 100 a 120 días), rendimiento 3 a 3.5 t/ha (40 % superiores a las variedades regionales).

- También se recolectaron 57 variedades criollas en La Mojana y 22 más en el resto de la Región. Estas 89 variedades están debidamente caracterizadas.

En el seco mecanizado, se encuentra en proceso de desarrollo los siguientes materiales:

- 210 líneas para ensayo de observación.
- 64 líneas para ensayo de rendimiento.
- 9 líneas para prueba regional.
- 3 líneas experimentales promisorias en fase final, para pruebas de eficiencia. Estas últimas reúnen las siguientes características: altura intermedia (1.0 a 1.20 m), período vegetativo precoz (de 100 a 120 días), tolerancia a enfermedades, especialmente a *Pyricularia oryzae* y hoja blanca (VHB), y al daño mecánico de la Sogata (*Togasodes orizicola*), alta calidad molinera y culinaria, centro blanco (de 0.4 a 1.8), contenido de amilosa superior al 23%, temperatura de gelatinización de baja a intermedia (excelente), rendimiento promedio de 5.0 tonelada/ha (20 % superior a las variedades comerciales).



En la región de La Mojana, la crotalaria incorporada (11.600 kg/ha de materia seca) más 30 kg/ha de nitrógeno produjo rendimientos entre 4.6 y 6.5 t/ha de arroz en secano mecanizado, reduciéndose hasta 70% la fertilización nitrogenada convencional. Los incrementos en la producción oscilaron entre 25.5 y 37.8%, garantizando unos retornos a la inversión en la nueva tecnología de alrededor del 200 y 700%.

### **Sistema Arroz - Pastos**

El sistema arroz - pastos en suelos de sabana de la región del Ariari, mediante la siembra de variedades de arroz tolerantes a saturaciones altas de aluminio, en praderas deterioradas en su totalidad, permite recuperarlas, y en sabanas nativas facilita el establecimiento de praderas con pastos mejorados. El establecimiento y recuperación de praderas por el sistema arroz - pastos implica un manejo más cuidadoso y en apariencia más costoso que el sistema tradicional; pero por el manejo, y principalmente por la fertilización dada al arroz, las praderas se establecen o recuperan en forma más rápida, son de mejor calidad nutritiva para el ganado; y la producción de arroz, una vez cosechado, le genera al productor ingresos y rentabilidad positiva.

Se recomienda la variedad *Oryzica Sabana 10* para el sistema arroz - pastos dadas sus características agronómicas y de rendimientos superiores a los de *Oryzica Sabana 6*. Es resistente a volcamiento, a enfermedades como piricularia en la hoja y moderadamente resistente a piricularia en el cuello y a escaldado. En el molino tiene buena aceptación por su rendimiento, índice de pilada y longitud de grano.

## **CACAO**

*(Theobroma cacao L.)*

El sistema de producción de cacao en Colombia, corresponde al grupo de productos exporta-

bles. Se explota en los pisos térmicos cálido-húmedo, principalmente, medio húmedo y perhúmedo, de los departamentos de Santander y Norte de Santander, Arauca, Huila y Nariño, en zonas con temperaturas entre 23 y 29° C, alturas comprendidas entre 200 y 1.200 m.s.n.m., precipitaciones entre 1.200 y 3.500 mm anuales y humedad relativa entre 75 y 80%. En Antioquia, Caldas, Magdalena y el Piedemonte Llanero, el cultivo desapareció por problemas de rentabilidad ocasionados por factores fitosanitarios.

En el año 1997, la superficie cultivada superó las 115.379 hectáreas, con una producción de cacao en grano que alcanzó las 50.237 toneladas, las cuales representan para el país el 0.9% del valor agregado de la producción agropecuaria. Los rendimientos por hectárea son bastante heterogéneos con promedios desde 200 kg/ha en las zona de Nariño hasta 589 en Santander; no obstante, se encuentran explotaciones con resultados superiores a los 1.000 kilogramos por unidad de superficie.

En los últimos diez años se registra un estancamiento en la producción, por causas de origen fitosanitario, mercadeo, rentabilidad, y crédito. La producción se dedica, en mayor proporción, al consumo interno, el cual se comercializa directamente por las compañías procesadoras. Las exportaciones de cacao en nuestro país, iniciadas apenas en la década de los 80, han sido el resultado de los excedentes de la cosecha, dejados por el consumo interno, los cuales han registrado una caída vertiginosa al pasar de 14.300 toneladas en 1.991 a sólo 1.000 en 1.996, debido a la disminución del área cultivada, el nivel de consumo y el de precios internos frente a los internacionales.

Los costos de producción, en el caso de los pequeños productores, presenta un componente de mano de obra familiar tanto en la etapa de instalación como de sostenimiento, rubro que representa un 68% de los costos frente a los insumos

que son del orden del 29% de los costos directos. Este valor está representado fundamentalmente en la semilla y en unos pocos fertilizantes.

Los principales limitantes están relacionados en general, con una problemática compleja en el manejo agronómico de la especie, en problemas fitosanitarios, dificultades, procesos de aprovechamiento del grano y de comercialización

La problemática fitosanitaria es el limitante más importante y determinante de los bajos rendimientos por hectárea en todas las zonas del país; las enfermedades monilia, escoba de bruja y rosellinia son las responsables de más del 50% de pérdidas en producción.

Los principales logros en esta especie se describen a continuación:

Durante este período se ha establecido y concentrado el banco de germoplasma de cacao en el Centro de Investigación La Suiza, Rionegro (Santander), en el cual existen cerca de 290 accesiones (clones), provenientes de diferentes países (Ecuador, Perú, Trinidad, Colombia ) y algunas introducciones de Estados Unidos, con cierta tolerancia a enfermedades, y de grano de buena calidad. Se ha iniciado la caracterización morfoagronómica de estos materiales, acerca de los cuales se tienen datos de pasaporte de 200 clones.

Con el propósito de contribuir a solucionar el problema de plantaciones improductivas y de bajos niveles de rendimiento, se avanza en la identificación y selección de árboles élites en las diferentes regiones productoras, para generar materiales promisorios para la modernización del cultivo del cacao a través del establecimiento de estrategias de viveros municipales o regionales.

Parte de estos materiales fueron sometidos al estudio de la variabilidad morfoagronómica, demostrándose que existe una amplia variabilidad,

y que los primeros 12 componentes explican el 72% de la variación total, como son peso, índice, forma y color de la mazorca, altura sobre el nivel del mar, ancho de hoja, número de mazorcas sanas, rendimiento, longitud de la arista, número de flores, pecíolo y hojas.

En mejoramiento, se evalúan y seleccionan los mejores materiales para establecer las mezclas poblacionales para las distintas regiones, tanto en clones, por su calidad y rendimiento, como en híbridos por su comportamiento, tolerancia a plagas y enfermedades, y por las características de calidad de los materiales.

Con el fin de mejorar la productividad de las plantaciones, se desarrolló la metodología de diagnóstico precoz para la eliminación temprana de los árboles improductivos o de muy baja producción, entre 0 a 10 frutos/árbol/año, antes de los tres años; en este procedimiento se realizaron injertos de materiales sobresalientes en el sitio del árbol eliminado.

Con la aplicación de materia orgánica (gallinaza) y cal dolomítica en suelos ácidos, se han logrado rendimientos promisorios en cacao, superando en más del 100% los rendimientos de los testigos, especialmente para las zonas cacaoteras de San Vicente, Lebrija y Rionegro, en Santander.

La poda general en cacao, considerada como el mejor método de rehabilitación de plantaciones, le facilita a los productores obtener, a partir del segundo año, rendimientos de más de 687 kg/ha, los cuales superan los promedios regionales y nacionales, al tiempo que facilitan el manejo fitosanitario y la recolección de la producción.

Para el manejo integrado de la moniliasis en cacao, se definió una metodología basada en la combinación del manejo cultural con el químico, disminuyendo la incidencia del 50 al 5%; para ello se debe efectuar recolección semanal de fruta enferma y tratamiento químico. En esta for-





*Crinipellis perniciosa*, agente causal de la escoba de bruja, esporulando sobre tejido descompuesto

ma, los rendimientos se aumentaron en 500 kg/ha y se disminuyeron los costos en el equivalente a 10 jornales.

Para enfrentar la problemática de la escoba de bruja en Santander, donde alcanza las 11.000 ha, se introdujeron 21 materiales tolerantes provenientes de Florida (Estados Unidos); éstos son actualmente sometidos a prueba en las zonas de alta infestación, en las cuales se aplican las demás estrategias de control cultural y mecánico.

La enfermedad de la llaga estrellada (*Rosellinia pepo* Pat) es el producto de un desequilibrio biológico, originado por la eliminación de los sombríos o árboles indeseables, cuando se utiliza el método de anillamiento de la corteza, que promueve una muerte lenta del árbol por debilitamiento, predisponiéndolo así al ataque de patógenos. Si se requiere eliminar árboles, especialmente de sombra, o destruir cultivos de cacao para sembrar otros, se debe proceder a la muerte inmediata de los árboles, mediante el uso de algún arboricida, ya sea inyectado o aplicado sobre el leño, luego de hacer el anillamiento.

Para restablecer el equilibrio biológico, esta enfermedad se maneja empleando algunas prácticas bioculturales, como la poda de raíces, el re-

pique del suelo, la solarización y el encalamiento, entre otros.

Por otra parte, La cadena agroindustrial del cacao está integrada por los productores que venden la almendra a las empresas chocolateras de gran escala. Una de las necesidades tecnológicas más sentidas por los cacaoteros, es la de disponer de un sistema adecuado para la fermentación del cacao que cumpla con los requerimientos de calidad exigidos por las plantas procesadoras.

Para contribuir a la solución de esta problemática, se desarrolló un prototipo de tambor rotatorio, el cual aumenta los rendimientos y la calidad en 6 y 14%, respectivamente, y que alcanza una buena fermentación con respecto al cajón tradicional, con características de tamaño y manejo especial para pequeños y medianos productores. El sistema de remoción interno homogeniza la masa y facilita la fermentación uniforme, produciendo cacao de mejor calidad que el sistema tradicional.

El entorno del cultivo de cacao es por demás diverso y complejo, como lo es su problemática; se han obtenido adelantos parciales y exitosos en algunas áreas, pero aún existen una serie de

grandes retos por resolver para buscar un mejoramiento estructural del sistema, lo cual requiere una consolidación de la investigación; así mismo, contar con recursos financieros e involucrar a otras instituciones nacionales e internacionales.

## CAÑA PANELERA

(*Saccharum officinarum*)

El sistema productivo de la caña panelera involucra las actividades de cultivo de la caña y los procesos de su transformación en panela o mieles. En el país, las actividades agrícolas y de proceso son desarrolladas generalmente bajo esquemas de integración vertical, en las cuales el mismo cultivador de la caña se encarga de las labores de procesamiento y venta de la panela, constituyéndose en uno de los casos más representativos de la agroindustria rural colombiana.

Colombia es el segundo productor mundial de panela, después de la India, con una producción cercana a 1.300.000 toneladas (FAO, 1997), y el primer consumidor en términos de consumo por habitante, con un promedio de 32 kilogramos al año.

En 1997, la producción de panela se valoró en

cerca de 600 millones de dólares americanos, que representan cerca del 6% del Producto Interno Bruto de origen agrícola. Se estima que la producción panelera genera el equivalente a 120.000 empleos, que corresponden al 12% de la población económicamente activa de las áreas rurales y vincula en forma directa e indirecta a más de 350.000 personas. La superficie cosechada en caña panelera está cercana a las 210.000 hectáreas, que corresponden al 6.5% del área agrícola cosechada en el país (Ministerio de Agricultura, 1997).

El cultivo de la caña panelera se desarrolla principalmente en la Región Andina sobre las laderas de las tres cordilleras que atraviesan el país, en la franja altimétrica comprendida entre 700 y 2.000 m.s.n.m.

Las regiones colombianas más productoras de panela son Cundinamarca, Santander, Boyacá, Antioquia y Nariño, departamentos que concentran más de las dos terceras partes de la producción nacional. Los mayores rendimientos se alcanzan en la región de la Hoya del Río Suárez (Boyacá y Santander), donde se ha logrado un gran desarrollo tecnológico tanto del cultivo como del procesamiento de la caña panelera; en este sentido, vale la pena mencionar que mientras el rendimiento promedio nacional es de 6.2 toneladas de panela por hectárea cosecha-



Obtención del bagazo, el cual se utiliza como combustible para las hornillas

da, en la Hoya del Río Suárez, con la introducción de tecnología, se ha logrado una producción promedio de 12.4 t/ha.

Dentro de los principales problemas identificados se destacó la creciente escasez de mano de obra para trabajar en las labores de cultivo y de proceso de la caña panelera, la escasez de personal para la realización de las moliendas, la irregularidad de los precios de la panela.

Desde el punto de vista ambiental, se identificaron graves problemas originados en la ineficiencia térmica de las hornillas paneleras, que obliga a que tradicionalmente se utilicen como combustibles adicionales el bagazo, la leña y las llantas usadas para la evaporación del agua en los jugos de la caña y de la concentración de la panela.

En este sentido, la tecnología se ha orientado hacia el desarrollo de diseños de hornillas que mejoran en forma significativa la eficiencia de combustión y de la transferencia de calor hasta llegar a niveles de equilibrio, es decir, que sean capaces de aprovechar la energía producida por el bagazo de la caña, sin requerir de la utilización de otros combustibles adicionales

Corpoica genera tecnología en el área agronómica, en la elaboración de panela y en el aprovechamiento de subproductos de cultivo y molienda. A través de las regionales donde el cultivo de la caña es prioritario se ha realizado un proceso de ajuste y validación de la tecnología en las condiciones específicas de cada región.

Corpoica busca variedades que se adapten a los diferentes ecosistemas y de elevado índice de productividad agrícola e industrial. Las pruebas regionales tienen como objeto evaluar las nuevas variedades y determinar si superan a las locales.

Después de ocho años de experimentación, Corpoica hizo la entrega a los agricultores de la variedad RD 7511, de origen dominicano, dados

sus excelentes resultados, alcanzando producciones de 257.3 t de caña/ha y 31.0 t de panela/ha, lo cual supera al testigo PR 61632 en el 39%, aportando mayor cantidad de palma, cogollo, melote y fibra, que beneficia la integración con sistemas de producción pecuarios. La RD 7511 se adapta a zonas entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m., con temperaturas promedio de 20 a 22°C determinadas como zonas climáticas templadas y húmedas. La variedad RD 7511 tiene alta resistencia al carbón de la caña, a la roya, al mosaico y al complejo fungoso.

En el proceso de evaluación de materiales de caña para las diferentes regiones como la Hoya del Río Suárez, Cúcuta y Ocaña, en las zonas agroecológicas Ma, Mc, Mf y Cj sobresalieron los materiales My 54-65, CC 82-15, CC 82-04, SP 701284 y MZC 74275 como alternativa para producción de panela y por resistencia a enfermedades, lo mismo que varías con mayor precocidad al corte (9-10 meses).

En la actualidad, se tienen como materiales promisorios para su posterior lanzamiento, las variedades My 54-65 y CC 82-15, las cuales se destacan por sus características de producción, resistencia a las enfermedades, sazonado y procesamiento, con el fin de enfrentar la problemática de adaptación de variedades a los diferentes nichos de producción.

En Antioquia se evaluaron las variedades PR 61-632, PR 11-41, PR 62-66, PR 671070, RD 75-11, MEX 641487, MY 5465, V 7151 y CC 84-75).

Los resultados de 18 cortes en ocho localidades muestran que la variedad RD 75-11, con rendimientos promedios de 214.7 TCH, superiores en un 56% al testigo POJ 2878, que obtuvo 137.5 TCH en promedio (14 cortes en 10 localidades). Los rendimientos promedios en toneladas de panela por hectárea (TPH) fueron de 21.3 TPH para la RD 75-11, superiores al testigo POJ 2878 en un 55%, que alcanzó 13.7 TPH.





Cultivo de caña atacado por *Helminthosporium leptosphaeria*

Con el fin de producir panela, se introdujeron en diferentes localidades de la Orinoquia las variedades SP701284, PR61632, MY5465, MX68200 y RD7511.

En Nariño se seleccionaron cuatro materiales de caña, de una introducción de 15 materiales procedentes de Barbosa (Santander) en coordinación con el CIMPA. Los cuatro materiales promisorios son PR-61632, RD7511, Mx 641487 y 79F149. La variedad PR-61632 se adapta a las condiciones de Nariño, produce en promedio 164 t de caña/ha, con brix de jugo de 20.5 grados y brix de panela de 91 grados. El color de la panela es un poco oscuro, de textura fina y compacta, aceptada por los consumidores.

En el oriente del departamento del Tolima se evaluaron tres materiales regionales y uno mejorado (PR 61632), superando éste en 70 kg/ha de panela al mejor material regional. La variedad PR 61632 tiene como ventaja adicional el facilitar las labores agronómicas por no tener pelusa.

En Cundinamarca se están ensayando fuentes de fertilización de origen orgánico, las cuales facilitan el desarrollo de una estrategia de fertilización biológica o de carácter orgánico. Además, se iniciaron trabajos de aislamiento y evaluación de bacterias asimbióticas fijadoras de nitrógeno que pueden ser parte de la estrategia para cultivo biológico de la caña.

En la Hoya del Río Suárez se comprobó la existencia de una nueva raza fisiológica de carbón

de la caña y su distribución en zonas superiores a los 1.200 m.s.n.m., como también la virulencia y desarrollo del complejo *Helminthosporium leptosphaeria* bajo condiciones de suelos ácidos y ambientes húmedos.

Con respecto al manejo integrado de plagas en caña, se han logrado indentificar las variedades con mayor resistencia especialmente al carbón, sobresaliendo la RD 7511, la CC 8215, la My 5465 y la PR 61632, las cuales aún presentan pérdidas en panela, causadas por el patógeno, que no superan las 0.5 t/ha cosechada en comparación con las variedades susceptibles que alcanzan pérdidas hasta de 41 toneladas de caña/ha.

Como producto de las investigaciones se cuenta con dos nuevos diseños de hornillas, uno para una capacidad de producción de 80 a 100 kilogramos de panela por hora, tipo Cundinamarca, para medianos productores, y otro de 20 a 40 kg/ha, especial para pequeños productores paneleros. Estos dos nuevos modelos permiten alcanzar niveles de autosuficiencia energética y/o reducir significativamente el uso de combustibles adicionales.

Con el propósito de mejorar la calidad del proceso de elaboración de panela y de ofrecer alternativas tecnológicas para la eliminación de aditivos nocivos en la producción de panela, Corpoica ha evaluado las operaciones de limpieza y clarificación de jugos, determinando parámetros para

medir la eficiencia y las variables de proceso que influyen en su desempeño. Por ejemplo, se determinó que a mayor velocidad de calentamiento de los jugos, mayor es la formación de sólidos insolubles y menor la formación de azúcares reductores.

Estos parámetros brindan la información requerida para el diseño de las hornillas y de implementos para mejorar la pureza de los jugos. En este sentido se ha recomendado el uso de diversos tipos de tamices para la filtración de jugos a diversas velocidades, y las condiciones de utilización de clarificantes naturales como el balseo.

Dentro de las tecnologías que apuntan a ampliar el mercado panelero, se ha trabajado en el desarrollo de mecanismos para la obtención de panela granulada, lo cual hace viable su producción a nivel de pequeñas unidades productoras y diversificar las formas tradicionales de presentación de la panela para aumentar su consumo a nivel urbano, especialmente en los estratos socioeconómicos medio y alto.

Para la comprensión de los procesos dinámicos en la elaboración de panela granulada, y el diseño de mecanismos apropiados para su obtención, se dispone de un análisis de las características físico-mecánicas de la panela granulada y de su composición química. Los análisis corresponden a panelas provenientes de las regiones productoras de Antioquia, Cundinamarca y la Hoya del Río Suárez.

Corpoica se ha preocupado por el estudio de los requerimientos de los consumidores y de la problemática de la comercialización; en este sentido se adelantó un análisis de la estructura de distribución de la panela producida en Cundinamarca, el análisis de las expectativas de consumo de panela en diferentes ciudades del país, y con la participación de Colsubsidio se trabajó en el diseño de una estrategia para promocionar el consumo de la panela en Santafé de Bogotá. Las

investigaciones en este campo han permitido desarrollar metodologías que tienen aplicación en otros casos de productos de agroindustria rural.

Durante el período analizado, Corpoica ha desarrollado una intensa agenda relacionada con la transferencia de la tecnología agronómica, de procesamiento y de aprovechamiento de subproductos en programas pecuarios.

Dentro de las acciones en estos campos, se debe destacar la ejecución durante 1995 y 1996 del Plan de Ajuste y Transferencia de Tecnología Panelera en Cundinamarca, el cual contó con el apoyo financiero del gobierno holandés y tuvo como objeto adaptar la tecnología desarrollada por el CIMPA en la Hoya del Río Suárez a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de las zonas paneleras de Cundinamarca.

Mediante su ejecución se logró introducir tecnología en proceso para el mejoramiento de las hornillas, el desarrollo de mecanismos para la granulación de panela, la introducción de programas de alimentación de cerdos y pollos de engorde con base en el melote, obtenido como subproducto de la molienda y el ensilaje de caña para la alimentación de bovinos. Con el Plan se inició un proceso de ajuste de la tecnología para el cultivo de la caña en el departamento, que corresponde a las características de pequeña y mediana escala de producción de caña y al manejo de cortes por entresaque.

Los procesos de investigación, ajuste y transferencia de tecnología se han realizado involucrando en forma participativa a los productores, mediante la realización de diagnósticos participativos locales y el establecimiento de unidades de ajuste y de demostración tecnológica en las fincas y trapiches de productores paneleros, de tal forma que ellos se han convertido en orientadores e impulsores del desarrollo tecnológico.

## CEREALES

En Colombia, la producción de cereales, constituida por el maíz, el sorgo y el trigo juega un papel importante en el desarrollo agrícola, social y económico.

Estos cultivos se ubican dentro de los cultivos transitorios importables. En la década de los años 90, por efectos de la apertura económica, la producción doméstica se ha visto afectada a causa de la competencia de las importaciones estimuladas por los menores precios internacionales, el proceso de revaluación y, para el caso del maíz, por el notable incremento en la demanda de alimentos concentrados y la caída sustancial de la producción de sorgo, su principal sustituto en el aporte de energía para la cadena de productos balanceados de alimentación animal.

En el año 90, el país producía 1.213.300 toneladas de maíz en 836.900 hectáreas, y pasó a 1.031.166 toneladas en 587.796 hectáreas en 1997, lo cual significa una disminución del 30% en área y del 15% en producción. El trigo ha disminuido su producción en un 40% al pasar de 104.800 a 62.116 toneladas en los últimos 8 años, y su área se ha reducido en un 50% al pasar de 56.700 a 26.445 hectáreas. En sorgo granífero, se cultivan alrededor de 200.000 hectáreas con una producción de 500.000 toneladas al año, en los departamentos de Tolima, Huila y en el suroccidente de Cundinamarca, que aportan la tercera parte de ella. Se estima que el 90% de esta producción es tecnificada y el 10% es tradicional.

La problemática tecnológica de estos cereales se centra en la disponibilidad reducida de materiales adaptados a las condiciones ambientales de las zonas de producción comercial, además, a una alta incidencia de plagas y enfermedades como el cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el perforador (*Diatrea* sp), el comején (*Heteroter-*

*mes* sp), la chiza (*Phyllophaga* sp y *Astoena* sp), la punta loca, y las royas (*Puccinia striiformis* y *graminis*), los virus y la invasión de malezas, cuyo control incide notablemente en los costos de producción; las pérdidas en poscosecha son también importantes.

### Maíz (*Zea mays*)

En esta especie se lograron resultados alentadores en mejoramiento genético. Se dispone de una variedad mejorada para suelos ácidos de los Llanos Orientales, Sikwani ICA V 110 que tolera hasta 55% de saturación de aluminio y bajo contenido de fósforo (hasta 8 ppm). Su rendimiento (2.9 t/ha) significa un incremento del 53% sobre la población tuxpeño, en suelos ácidos (pH 4.7; 8 ppm de P y 56% de saturación de aluminio), mientras que en suelos fértiles su rendimiento es de 7.1 t/ha de grano. Para la zona del Magdalena Medio, la variedad de mayor adaptabilidad y rendimiento fue ICA V.157 (3.5 t/ha), superando al maíz regional en 25%. En la zona de Villavicencio, en vegas del río Negro, sobresalió el híbrido experimental H-E-76 con 4.3 t/ha, el cual presenta un buen potencial de rendimiento para ser liberado en esta zona de los Llanos Orientales.

Como resultado del manejo agronómico, se evaluó y probó la eficacia de una densidad de siembra en suelos ácidos de 25 kg/ha de semilla, con una distancia de 75 cm entre surcos y de 50 cm entre sitios (2 plantas/sitio). En el Magdalena Medio y nordeste antioqueño, los mejores rendimientos se obtuvieron con 30.000 (2.8 t/ha) y 60.000 plantas/ha (3.3 t/ha), lo cual demuestra que con sólo modificar la densidad de siembra el rendimiento por hectárea se aumenta considerablemente de 1.000 a 1.200 kg.

El cultivo debe estar libre de malezas durante los primeros 30 días a partir de la siembra. En



fertilización orgánica se probó el uso de gallinaza, porquinaza y bovinaza en el incremento del rendimiento y como alternativa en el desarrollo de una agricultura biológica y sostenible. En las regiones del Magdalena Medio y en el nordeste antioqueño, usando materiales mejorados se lograron rendimientos del 65 al 90% con relación al testigo sin fertilización química.

Mediante el manejo integrado de suelos y aguas se corroboraron los niveles críticos de nutrimentos establecidos para las variedades de maíz en los suelos de vega del Piedemonte Llanero. Como respuesta a la sequía, se identificó la variedad Across 8521, la cual presenta buen tipo de grano y rendimiento.

Dentro del manejo integrado de plagas se han logrado avances en el control biológico del cogollero y Diatrea con el uso de *Telenomus alecto* (50% de parasitismo natural) y *Trichogramma* (13% de parasitismo natural), evitando así el daño que ocasionan, la larva y las aplicaciones indiscriminadas de pesticidas en los Llanos Orientales. El principal resultado de la transferencia de tecnología ha sido la capacitación a

los agricultores por medio de parcelas demostrativas en la subregión del Bajo Cauca.

## Sorgo (*Sorghum vulgare*)

En mejoramiento genético se seleccionó la línea experimental SBL 102 por su alta eficiencia en la utilización de nitrógeno a bajos niveles.

Para mejorar la eficiencia de utilización del nitrógeno, se encontraron alternativas en el uso de este elemento para el trópico húmedo. Con el nivel de 100 kg de nitrógeno/ha, la línea experimental SBL 102 presentó una eficiencia agronómica de 19.4 kg de grano/kg de N y una tasa de recuperación de nitrógeno del 21%.

En las regiones de la Costa Caribe, Cesar y Llanos Orientales se debe incluir el sorgo en programas de reconversión, debido a la falta de competitividad por bajos rendimientos, calidad y costos de producción y por la distancia a los centros de consumo de las especies que actualmente se siembran.



Entrega de la variedad de trigo Obonuco Sureño 97

## Trigo (*Triticum indicum*)

En mejoramiento genético se entregaron a los agricultores dos variedades mejoradas: Obonuco Sequía 96 para zonas de baja fertilidad con rendimientos que superan en 33.6% a la variedad Tota, la más sembrada actualmente. En calidad tiene un excelente puntaje (83.1 kg/ha); Obonuco Sureño 97 para zonas de modernización con un alto potencial de rendimiento comercial hasta de 7 t/ha; supera a otras variedades en rendimiento harinero en un 70%. No es afectado por la roya amarilla. Se tienen cuatro líneas promisorias para zonas de modernización y reconversión con rendimientos promedios de 5 t/ha, una de las cuales se entregará en breve.

A través del manejo y conservación de suelos de ladera, se comprobó que la reducción de la branza en trigo es viable técnica y económicamente, como una práctica encaminada a la conservación del suelo. Disminuyendo la preparación del suelo a una arada más una rastrillada más tape con arada o reja se obtiene una disminución de costos en un 20%.

El manejo integrado de plagas ha permitido identificar dos cepas de *Beauveria bassiana* y una de *Metarhizium anisopliae*, que ejercen control natural de la chiza o mojoy con una eficiencia del 40%. Se comprobó la eficacia de las trampas de luz construidas en madera y vidrio capturando hasta 5.000 adultos por mes dependiendo de la zona y la época del año.

Como alternativa para las zonas de modernización, reconversión y/o sustitución del trigo y de la cebada (zonas A y B), se cuenta con una línea experimental PM 12 de triticale para ser entregada en 1998, que es promisorio por su potencial de rendimiento de forraje (entre 20 a 60 t/ha), ligeramente superior a la avena y con un adecuado contenido de fibra, y su resistencia a la roya amarilla, BYDV, a las manchas foliares y

a la pudrición del grano. También puede utilizarse en la alimentación humana como complemento o sustituto del trigo.

Otra alternativa es la avena (*Avena sativa*), de la cual se tiene la línea experimental 15, para forraje, que se entregará, en breve, como variedad. Es tolerante a las heladas y responde a la aplicación de N, se adapta bien a altitudes entre 2.500 y 3.200 m, presenta excelentes rendimientos de forraje 20 a 60 t/ha, superiores a algunas variedades importadas; también posee buen rendimiento de grano 1.5 a 3.0 t/ha.

## FRIJOL Y OTRAS LEGUMINOSAS

Son varias las especies de leguminosas comestibles que se siembran en Colombia. El área que ellas ocupan se concentra, principalmente, en la Región Andina y Valles Interandinos. El primer lugar lo ocupa el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) con 133.720 hectáreas, de las cuales el 65% corresponde al frijol voluble, se siembra en las zonas de clima frío y frío moderado; el otro 35% está representado por el frijol arbustivo que se siembra en clima medio.

Entre las limitantes que más afectan el cultivo del frijol y demás leguminosas están las plagas, la degradación de los recursos, los rendimientos, el manejo de poscosecha y los recursos genéticos.

Los logros más sobresalientes en estas especies se describen a continuación:

La problemática a la cual se le ha dado prioridad, corresponde al potencial de rendimiento de variedades, a materiales promisorios y a la tolerancia o resistencia a patógenos como la antracnosis y esclerotinia.

Después de varios años de investigación, se



entregaron en Santander tres variedades de frijol, las cuales superan los rendimientos de la variedad regional: ICA-Corpoica-Rovirense, con rendimiento de 1.200 kg/ha, ICA-Corpoica-Guanentá, que alcanza un rendimiento promedio de 1.200 kg/ha y la variedad Corpoica-Froilán con rendimientos de 1.500 kg/ha, en promedio.

En Cundinamarca, se entregaron materiales con mayor adaptación y potencial de producción, como la variedad de frijol rojo para grano seco ICA-Bachué (1.500-1800 kg/ha), la variedad de arveja ICA-Tominé (6-7 t/ha en verde, 1.000 - 1.200 kg/ha grano seco), producto de la continuación de los programas de mejoramiento recibidos del ICA.

En el Litoral Atlántico, un grupo amplio de materiales de frijol lima presentó buena productividad, sobresaliendo las accesiones G25132, G25808, G25727 y Regional Fonseca con productividades cercanas a las tres toneladas por hectárea.

En el caso del frijol lima, las comparaciones entre asocio y monocultivo, realizadas en zonas de producción de Planeta Rica, Córdoba, permitieron deducir que el sistema de asocio, presenta buenas perspectivas con rendimientos entre 1.1 y 1.9 t/ha con los genotipos G25048, G25086, G25051 y S13773, con índices de uso eficiente de la tierra entre 1.14 y 2.0.

En Nariño, se entregaron tres materiales de lenteja (Silvina, L-11 y L-87), cuatro de garbanzo (L-2, L-3, L-12 y L-23), tres de frijol arbustivo (OBN A-012, OBN - A-020 y OBN A - 025) y tres de arveja (Sindamanoy, OBO-AR-0016, OBO-AR-0018). Debido a la variación en adaptación de especies y variedades, su recomendación estará determinada por la altitud de la zona.

Para comparar la tecnología local de producción de frijol con la tecnología recomendada, se evaluaron nueve materiales mejorados y uno regional de frijol arbustivo en el oriente del Tolima, y tres materiales mejorados y dos regionales

arbustivos en el sur del Tolima. Los resultados indican que, mediante la tecnología recomendada por Corpoica, se supera la rentabilidad en 22.9%.

Con la participación de los productores, se determinaron tres líneas consideradas como promisorias para las condiciones locales de producción. La calidad y mayor tamaño del grano, la resistencia a enfermedades (antracnosis) y el mayor rendimiento en relación con el testigo regional - Caupica M-11 (17%), son las características sobresalientes en estos materiales.

Con la liberación de estas líneas como variedades comerciales se espera incrementar los rendimientos del productor en unos 200 kg/ha, lo cual representa una ganancia adicional de \$ 300.000 por hectárea. Para las zonas productoras de frijol, de la Baja y Media Guajira, el Bajo Magdalena y el Sur del Cesar, el aumento del producto sería de 1.500 toneladas al año.

Mediante estudios realizados, se establecieron metodologías para la determinación de tasas fotosintéticas en frijol. Se midieron 25 líneas a través del ciclo de vida, con el propósito de relacionar los descriptores morfológicos con las características fisiológicas.

Para establecer si la fotosíntesis sirve como parámetro para caracterizar genotipos, se observó que todas las líneas evaluadas presentaron un pico máximo de fotosíntesis en la etapa de prefloración, y diferencias significativas entre líneas. Las diferencias encontradas permitieron deducir que la medida de la fotosíntesis es un parámetro que se puede utilizar para caracterizar genotipos.

En el sistema de siembra maíz asociado con frijol voluble, con rastrojo de arveja y una surcada solamente, se obtuvieron 1.422 kg/ha de maíz y 511 kg/ha de frijol cargamanto blanco, en relación con el sistema convencional de preparación de suelos 1 arada + 2 rastrilladas + surca-



da, con el cual el beneficio fue de 1.372 kg/ha de maíz y de 584 kg/ha de frijol cargamanto. Es evidente la reducción de costos de producción por disminución de labores en la preparación de los suelos, y con la ganancia de conservación de las características físicas y químicas de los mismos.

En desarrollo de nuevas alternativas de control de enfermedades, se han alcanzado los mayores resultados en el control no convencional con el uso de los extractos de albahaca y limonaria, lo cual abre paso a formas de control de mayor sostenibilidad y menor contaminación.

Debido a que en el Centro de Investigación La Selva se lleva a cabo un programa de mejoramiento genético del frijol por resistencia de antracnosis, se investigó la diversidad de razas de *Colletotrichum lindemuthianum*, agente causal de la antracnosis del frijol común. Se caracterizaron 11 razas o fenotipos de virulencia diferentes.

En la gran mayoría de los casos se encontraron varias razas en cada campo, variedad o línea de frijol. A pesar de la gran diversidad, la mayoría de las razas presentaron un espectro de virulencia reducido; atacaron sólo a dos o tres variedades diferenciales. Apenas una raza atacó a cuatro y otra a cinco diferenciales, respectivamente.

La mancha ascoquita o anillada, causada por el hongo *Phoma exigua* var *diversispora*, ha sido reconocida como uno de los factores limitantes

para el frijol de la zona andina; de ahí que su control se realice por medios químicos dado que no se han ubicado buenos niveles de resistencia dentro del frijol común.

En trabajos posteriores, se estudió la herencia de la resistencia y la heredabilidad de la misma, empleando progenitores susceptibles (*P. vulgaris*), resistentes (*P. polyanthus*), la F1, entre los anteriores, y diversas generaciones segregantes (F2 a F6). Los estudios demostraron que la resistencia era altamente heredable.

A partir de los materiales resistentes, se efectuó un programa de hibridación con variedades comerciales de frijol común, con rescate de embriones a partir de los híbridos, ciclos de retrocruzamiento congruentes hacia uno y otro progenitor. Se obtuvieron poblaciones con granos parecidos al frijol común, resistencia a la mancha anillada y niveles de productividad de alrededor de dos toneladas por hectárea, sin aplicación de fungicidas.

En la agricultura campesina del Bajo Cauca Antioqueño, el frijol caupí es una fuente proteica de excelente calidad y bajo costo. Además de emplearse para la alimentación humana y animal, sirve de abono verde y como cobertura en cultivos permanentes; por ser un cultivo rústico, se adapta bien a suelos marginales, ya que sus requerimientos nutricionales son bajos, es una alternativa para suelos deteriorados por el constante laboreo, cumpliendo, como leguminosa, la valiosa labor nitrificadora.

En esta zona, se evaluaron los materiales comestibles de frijol caupí (ICA Calamarí, ICA Betancí, Caupica M11, Vignica), los cuales sobresalieron por su precocidad, adaptación al medio, rendimientos y aceptación por parte de los productores.



## FRUTALES

### FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO

Las especies frutícolas en Colombia, de clima frío moderado, han adquirido importancia en los últimos años gracias a la ampliación de los mercados y al potencial productivo por las ventajas naturales que posee. Sin embargo, aún se requiere consolidar una oferta exportable y competitiva en especies selectivas.

Específicamente, estos frutales se producen en zonas con alturas comprendidas entre 1.800 y 2.500 m.s.n.m en Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Nariño y la Zona Central Cafetera, principalmente. El área sembrada con estos frutales se estima en 15.000 hectáreas.

En este rango de altitud se cultivan numerosas especies; sin embargo, se han seleccionado, entre otras, el tomate de árbol, el lulo, la mora, la uchuva y la granadilla, las cuales presentan un incremento gradual del área, crecimiento de la demanda y perspectiva agroindustrial, así como potencial para incursionar en el mercado internacional.

Entre las limitantes que más afectan la producción de frutales en el país se encuentran: carencia de materiales mejorados, incidencia de plagas y enfermedades, prácticas inadecuadas de manejo agronómico, desconocimiento de zonas adecuadas para siembra, pérdidas altas en cosecha, entre otras.

Los principales resultados obtenidos por la Corporación en las diferentes especies frutícolas son:

#### **Lulo** (*Solanum quitoense*)

Para la especie lulo se evaluaron tres materiales híbridos denominados P32005 HFG, 585024 HO F+G y 585024 HO, bajo dos condiciones de altitud (1.200 y 2.100 m.s.n.m.) y sistemas de cultivo a plena exposición solar y bajo sombra.

Para dos años de producción a 2.100 m.s.n.m., se obtuvo un rendimiento de 17.5 t/ha para el cultivo a plena exposición, contra 7.6 t/ha del cultivo a la sombra, con pesos promedio de fruto de 33.9 y 31.2 g, respectivamente.

En cuanto al índice de madurez (IM), el mejor material fue P32005 HFG, con un sabor agradable, porcentaje de sólidos solubles de 10, en promedio, y una acidez inferior a la de los otros dos materiales.

El manejo de los materiales de lulo en condiciones ambientales, determinó que ocurren cambios en el color y en la textura del fruto. En condiciones controladas, el híbrido P32005 HFG presentó la menor resistencia al frío, observándose daños por pudrición a los 7-8 días. En los híbridos 585024 HO F+G y 585024 HO, la resistencia fue mayor al frío alcanzando 13 días con menores pérdidas de peso por transpiración en comparación con el P32005 HFG.

En 1984, se inició un proceso de incorporación de genes de resistencia al nematodo formador de los nudos radiculares en el lulo, mediante el empleo de un híbrido interespecífico, por medio de retrocruzamientos se inició un proceso de domesticación, con adaptación de la planta a plena exposición solar, lo cual obviaba el problema ecológico de tala del bosque.

Como resultado de varios retrocruzamientos, Corpoica obtuvo un clon de lulo resistente a nematodos, de buena aroma y sabor, con tricomas de fácil desprendimiento del fruto, mayor porcentaje de pulpa comestible, con un promedio de producción anual de 8 kg/planta y un período vegetativo de siete meses.

Como respuesta a la problemática de agentes patógenos se ha determinado que la incorporación de triturados vegetales, como hojas de repollo (*Brassica oleracea*) y *Tagetes erecta* son más eficientes en el control del nematodo *Meloidoyine spp.* que la aplicación de nematoci-



das químicos cuando se aplican preventivamente en el suelo del germinador o del almácigo.

Para evitar la incidencia de nematodos, se utilizaron técnicas de microinjertación. La especie *S. margiriatum* se usó como patrón, y la especie *S. quitoense* como injerto de púa terminal. Se observó una compatibilidad entre las especies y que el desarrollo de las plantas de lulo injertado es vigoroso y presentan menor incidencia de ataque de *Meloidoyine spp.* que los testigos.

### **Mora** (*Rubus glaucus*)

En mora, se identificó como el mejor método de propagación la estaca modificada, que representa para el productor un ahorro hasta del 85% en



los costos del material de siembra, al compararlo con el sistema tradicional (acodo de punta). Además, tiene la ventaja de evitar la diseminación de problemas fitosanitarios al eliminarse el transporte de suelo.

Entre los diversos métodos alternos de control de malezas, diferentes al uso de herbicidas, se encuentra el uso de coberturas plásticas, clasificándose éste como un método físico, cuyo uso es más recomendable, ya que protege el medio ambiente al eliminar productos químicos que tanto daño causan a los microorganismos benéficos habitantes del suelo, y reduce los costos de producción en cultivos de elevado valor comercial que requieren alta mano de obra para el control de plantas nocivas al cultivo.

El material Guarne mostró alta precocidad, registrando en los primeros nueve meses de producción promedios de 10 kg de mora por planta, contra otros materiales que rindieron apenas 6.5 kg. Este material responde bien a aplicaciones fraccionadas de fertilizante, siendo la mejor dosis 120 kg/ha de nitrógeno, 40 kg/ha de fósforo y 120 kg/ha de potasio, con rendimientos de 13.3 t/ha de fruta.

El proceso de industrialización de la mora constituye una prioridad regional y nacional debido a las altas pérdidas en poscosecha. La adopción de técnicas de preparación de pulpas, mermeladas y jugos, contribuye a solucionar aquellos problemas, ofreciendo a productores e industriales mejores perspectivas para su trabajo.

### **Tomate de Arbol** (*Solanum betaceum*)

Las enfermedades de mayor importancia por su impacto económico son: la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz & Sacc., que ataca frutos y, algunas veces, hojas y tallos tiernos; la cenicilla o mildew polvoso, causada por *Oidium sp.*, el cual ataca hojas, pecíolos y pedúnculos, ocasionan-

do defoliación y caída de frutos; y los virus, entre los cuales se reporta el del género Potyvirus.

Los trabajos han confirmado que la práctica de remoción de frutos enfermos, semanal o dos veces por semana, no es suficiente para el control de la antracnosis, como tampoco lo es de manera eficiente el control químico. El número de frutos enfermos se correlacionó positivamente con la precipitación y el número de días con lluvia por semana, ocurriendo tres meses antes.

Se propone como manejo integrado, la poda de formación y fitosanitaria (remoción de copa) con lotes altamente infestados, remoción, colecta y enterrado de fruta enferma (en síntomas) en forma semanal o quincenal, y la aplicación de fungicidas protectantes como Clorotalomil (cada 15 días) y Dithane (cada 8 días), además de las prácticas agronómicas del cultivo; esta metodología está en proceso de validación y ajuste en el país.

En cuanto a la antracnosis de tomate de árbol (*Colletotrichum gloeosporioides*), se han encontrado algunas cepas de organismos antagonistas como *Bacillus* sp. que han inhibido la germinación de conidias en 50%. Se ha ratificado que la humedad ambiental es el principal factor determinante de los altos niveles de infección, siendo representativa en aquellas semanas con más de cinco días consecutivos de lluvias.

Por lo tanto, se debe hacer un manejo integrado de arvenses, eliminando las poligonáceas *Rumex crispus* L. y *Rumex acetosella* L., las cuales es necesario erradicar del lote mediante el uso de azadón. Los árboles frutales deben mantener el plato amplio y limpio, para evitar que la sombra de las arvenses favorezcan las condiciones de humedad propias para la multiplicación de la plaga, y las ramas secas deben podarse para permitir que los rayos del sol lleguen al plato.

## FRUTALES DE CLIMA CÁLIDO

Por su condición de país tropical, Colombia cuenta con gran potencial para la producción de fru-



tas de clima cálido en un rango de altitud de 0 a 1.200 m.s.n.m.

El área destinada a estos frutales se calcula, en general, en 129.000 hectáreas que representan el 3.3 de la superficie agrícola estimada en 3.9 millones de hectáreas en 1997; a su vez, la fruticultura de clima cálido representa el 42% del total destinado a los frutales en general. La demanda, en promedio, es de 220 jornales/hectárea al año, lo cual muestra su importancia en la generación de empleo rural.

Entre las 170 especies de frutas comestibles en el país, las que se cultivan de manera comercial en clima cálido son, además del banano y los cítricos, el mango, la piña, el aguacate, la papaya, la guayaba, el maracuyá, y la guanábana.

Las limitantes existentes en los frutales de clima cálido en el país están relacionadas con plagas y enfermedades, insuficiencia de materiales adaptables, desconocimiento de las necesidades hídricas, nutricionales, y prácticas inadecuadas de poscosecha.

## Papaya (*Carica papaya*)

Se evaluó el genotipo U.N COTOVÉ en las condiciones del Valle Cálido del Alto Magdalena, variedad que presenta una amplia base genética y que se constituye en una alternativa para los productores frutícolas por sus excelentes condiciones agronómicas, tolerancia a virus, transporte y aceptación por el consumidor.

Para generar materiales tolerantes al virus de la mancha anular PRSV- p, se obtuvieron por hibridación y selección, durante más de 10 ciclos, ocho líneas promisorias de papaya. Por tolerancia al virus y calidad de la fruta, se destacó la línea C-271. En rendimiento de frutos, resistencia al virus, sólidos solubles y sabor, fue superior a los testigos Carica vp. 1 y Carica vp. 2.

Corpoica lanzó al mercado la variedad de papaya CATIRA, la cual presenta ventajas comparativas en relación con las unidades sembradas tradicionalmente. Desde el punto de vista de la calidad del fruto en poscosecha, posee una textura más firme, un patrón de maduración que le proporciona mayor tiempo de vida útil, y un contenido de azúcares en estado óptimo de maduración de 14-17°Brix.

Esta variedad se originó a partir de la línea C-143 obtenida en el Centro de Investigación del ICA en Palmira. La producción de esta línea partió de la selección de un grupo de plantas procedentes de un cruzamiento entre tipos de papayas regionales y una variedad introducida de Florida (U.S.A.).

La variedad Catira 1, posee un patrón de maduración claro que le permite ser cosechada de acuerdo con las necesidades del mercado, y es

fácil de clasificar. El contenido de látex es menor que en las papayas tradicionalmente comercializadas; por lo tanto, no requiere de rayado para la eliminación del sabor amargo que se presenta en la pulpa adherida a la cáscara.

Su manejo debe ser cuidadoso y se recomienda un lavado con agua potable para eliminar las impurezas del campo y bajar la temperatura. Se pueden utilizar aceleradores o retrasadores de la maduración de acuerdo con las necesidades del mercado.

A nivel experimental, el rendimiento máximo de la variedad fue de 134 t/ha en las condiciones del C.I. Palmira. En el C.I. La Libertad, Meta, en suelos ácidos con alta saturación de aluminio, con riego y sembrados a una distancia de 2 x 1.5 metros, alcanzó un rendimiento de 90 toneladas por hectárea en 12 meses de producción.

Se confirmó la potencialidad de la variedad Catira para ser cultivada bajo riego y con adecuadas prácticas de manejo en suelos de Clase IV de la Orinoquia Bien Drenada.

En el Caribe, el cultivo de la papaya se concentra principalmente en Valencia, municipio del Alto Sinú. Se estima que los rendimientos son del orden de 25 t/ha.

Aproximadamente un 70% de los productores realizan su propio semillero. Los costos se estimaron para un período de 12 meses, ya que la enfermedad conocida como porroca ha traído como consecuencia la disminución del período de cosecha (anteriormente se calculaba en 18-20 meses). Este es un cultivo muy intensivo en mano de obra (333 jornales/ha).

## **Piña** (*Ananas comosus*)

Es un cultivo altamente rentable, con una tasa interna de retorno del 70% y con ventajas adicio-



Variedad de papaya Catira

nales como la alta demanda de fruta en el país. Teniendo en cuenta la caída de la producción en las zonas tradicionalmente piñícolas, el Meta, se constituye en una alternativa importante para este producto en el contexto nacional, con ventajas comparativas como la cercanía a Santafé de Bogotá.

En el C.I. La Libertad se llevó a cabo el estudio comparativo de tres variedades comerciales (Cayena Lisa, Perolera y Manzana) y la variedad regional (Pelona), sembrada con densidades de siembra de 40.000 plantas/hectárea en suelos clase IV. La variedad Perolera se destacó en forma significativa con producciones de 87 t/ha en primera cosecha y de 67 t/ha en segunda cosecha.

La variedad regional o de agua, presenta el mejor comportamiento agronómico, soporta muy bien la sequía, muestra gran rusticidad y es poco exigente a suelos y responde a condiciones mínimas de fertilización. Es una planta de hojas largas, angostas y espinosas, implantadas a lo largo del tallo, que da en su punta un fruto piramidal de uno a dos kilogramos, atravesado por el eje o corazón que es la prolongación del tallo, con muchas semillas, y que hijea bastante.

La fertilización edáfica y foliar incide directa y favorablemente en los parámetros de crecimiento, desarrollo y producción de las plantas. El rendimiento obtenido fue de 85 t/ha con un peso promedio de frutos de 2.5 kg. El valor del kg fue de \$160.00 para un valor de producción de \$13.600.000, los costos de producción por hectárea fueron de \$7.331.266 y la rentabilidad de 46 % por hectárea.

En el manejo integrado del gusano de la piña, se determinó el ciclo de vida del *Melanoloma viatrix*, el cual tiene un promedio de 45.8 días de vida bajo condiciones de 24°C y 79% de humedad, así como también la fauna insectil de la zona productora en la cual el 26% de las capturas corres-

ponden a dípteros, el 33% a himenópteros, el 19% tanto a coleópteros como a hemípteros y el 3% a lepidópteros.

Actualmente, se trabaja en la alternativa de control biológico; se identificaron algunos hongos y bacilos como controladores potenciales de la mosca de la piña; se aislaron los hongos *Fusarium oxisporum*, *Mucor sp*, *Aspergillus Flaus*, junto con los bacilos *Enterobacter cloacae*, *Yersinia kristennsein* y *Bacillus cereus*. Los resultados acerca de los estudios realizados permiten indicar que la enfermedad está relacionada con el virus del rayado del banano (*Banana streak virus*).

## Guayaba (*Psidium guajaba*)

Para contrarrestar el daño de la mosca de las frutas en la guayaba, se generó una tecnología basada en el embolse de los frutos. El estudio se realizó con la variedad Palmira ICA 1. El embolse puede realizarse entre los 90 y 105 días de desarrollo fenológico del fruto (tamaño 3.5 cm de diámetro).

El fruto madura normalmente, no se presentan problemas fitopatológicos y es una práctica sencilla y rentable, puesto que puede aportar hasta el 100% de protección contra *Anastrepha*. Esta metodología puede ser aplicada a otras variedades de guayaba, si se conocen las características del fruto para definir así la época más apropiada del embolse.

A través de las prácticas de raleo de plantaciones, trampeo y prácticas de embolsado de frutos, se reducen en 40% los daños causados por la mosca de la fruta, se incrementan los rendimientos a 16 toneladas, lo cual representa un aumento del 128%, en relación con la situación inicial.

Se determinaron los parámetros técnicos para

normas de fabricación de bocadillos, utilizando como edulcorante la panela y partiendo de un diagnóstico energético ambiental de la zona bocadillera de la Hoya del Río Suárez.

La investigación en poscosecha de frutales considera a la guayaba como una de las especies frutícolas de mayor importancia a nivel campesino, por su amplia distribución y gran potencialidad en los mercados interno y externo.

## Mango (*Mangifera indica*)

Se determinaron los requerimientos de agua para los cultivares Haden, ICA-1834, Irwin, Kent, Tommy Atkins y Van Dyke ; igualmente, se adelantaron estudios preliminares relacionados con la absorción y traslocación del  $^{32}\text{P}$  en mango.

En el Caribe se seleccionaron 22 clones sobresalientes de mango de azúcar que pueden alcanzar, en promedio, una producción de 770 kg/árbol, 177.4 g de fruta y un contenido promedio de sólido totales de frutas de 22.1° Brix.

Mediante estudios de caracterización en la Costa Atlántica, se determinó que la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*, Penz) provoca pérdidas estimadas entre el 10 y 25% de la producción. Se cuenta con la tecnología para manejar el problema y ya se han capacitado más de 1.876 personas.

## CÍTRICOS

Los frutales en Colombia pasaron de 70.900 a 128.952 hectáreas, entre 1990 y 1997. Este crecimiento del sector ha tenido en los cítricos el mayor aporte, al pasar de 5.000 hec-

táreas plantadas en 1965 a 46.073 en 1997, lo cual equivale a un incremento del 920% en las últimas tres décadas.

En el contexto nacional sobresale la Zona Central Cafetera, que comprende los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquia y Norte del Valle, donde se encuentran 10.558 hectáreas tecnificadas o sea el 23% del área sembrada a nivel nacional. En esta área se generan a lo largo de la cadena de producción cerca de 8.000 empleos directos y 1.500 indirectos, y representan los intereses económicos de 1.200 citricultores. Otras zonas importantes son el Centro del Valle, Meta, Costa Atlántica, Cundinamarca, Tolima, Santander y Orinoquía.

Dentro de las diferentes especies de cítricos cultivados en Colombia, la naranja dulce representa el 75% de la producción total; le siguen las limas ácidas con el 10%, y el 15% restante se reparte entre mandarinas, tangelos y otras.

Los principales limitantes de los cítricos en Colombia son la presencia de enfermedades de origen viral, el declinamiento de las plantaciones (Blight, hongos) y el efecto de los insectos dañinos. Igualmente, la no zonificación del cultivo, acompañada del desconocimiento de los requerimientos fisiológicos y nutricionales, la falta de estudios epidemiológicos y la ausencia de estra-



Corte transversal de una rama de cítricos donde se observa la decoloración del xilema por *Ceratocystis fimbriata*

tegias conjuntas de transferencia de tecnología, reducen la competitividad de las principales especies de cítricos, pues se tienen altos costos de producción.

Entre los resultados más importantes de la investigación y transferencia de tecnología en cítricos, se pueden mencionar :

Se realizó una evaluación cuantitativa del desarrollo de ocho patrones de cítricos, sembrados en suelos de sabana, encalados previamente y con 35% de saturación de aluminio.

El estudio demostró el buen comportamiento en el vigor de crecimiento de los patrones Cleopatra, C-35, Carrizo, Sunkix English y Sunkix Jacobson. Los patrones Pomeroy y Rubidoux y Kryder 15 - 3, presentan deficiencias en el desarrollo.

Estudios sobre la interacción de patrones y copas en cítricos permitieron determinar materiales tardíos, semitardíos y precoces. Las copas Olinda V, Cambell, Cutter V., Frostt V., y García Valencia, se consideran tardías (10.5 meses); las variedades Nativas 1, Nativa 2 y Pineapple; semitardías (8-9 meses); y la variedad Hamlin, la más precoz (7.5 meses).

En estudios de evaluación y selección de cítricos por productividad y calidad, en la zona cafetera, se evaluaron 19 variedades de naranja dulce, nueve de mandarina, cinco híbridos y tres de limas ácidas. En naranja dulce, sobresalen por su rendimiento las variedades Enterprise, Palmira Ruby, Pearson Brown y Hamlin. En relación con la eficiencia en la producción, son importantes las variedades García Valencia sobre M. Cleopatra con 3.25 kg de fruta/m<sup>3</sup>.

El híbrido tangelo Mineola obtuvo los mayores rendimientos con respecto a los porta-injertos Sunky x Jacobson, lima ácida Rangpur y Sunky x English.

Con relación a lima ácida Tahití sobre ocho patrones, los que inducen mayor altura, diámetro,

volumen de copa y rendimientos, los mejores porta-injertos fueron *Citrus Volckameriana*, Limón Rugoso Nativo y lima ácida Rangpur.

El uso de portainjertos en cítricos tiene un efecto marcado en el desarrollo y producción de la variedad injertada. El conocimiento de la mejor combinación (patrón-injerto) y la más adecuada densidad de siembra afectan directamente la producción, la precocidad, la recuperación rápida de la inversión, la reducción de costos de producción y la mejor utilización de los recursos naturales en un área limitada.

Actualmente la propagación de especies de cítricos en viveros, así como la de otros frutales, presenta deficiencias en cuanto a la técnica de producción. Se utilizan árboles madre con infecciones de tipo sistémico como la tristeza, complejo Psorosis y Exocortis, los cuales se han diseminado paulatinamente por el uso de técnicas como los injertos y las podas.

El manejo de estos limitantes incluye la utilización de materiales libres de estas enfermedades. Dicho manejo debe asegurar esfuerzos interinstitucionales con el fin de establecer cultivos libres de estas enfermedades. La prioridad es producir materiales libres de virus, asegurar la autenticidad del material de propagación y promover la utilización del material libre de patógenos a través de metodologías de limpieza como la microinjertación y la indexación. De esta forma, se espera construir las bases de un programa de certificación de cítricos.

En el C. I. Palmira, se logró la eliminación de enfermedades sistémicas por medio de la técnica de microinjertación. A la fecha, se tienen 21 variedades microinjertadas correspondientes a seis especies cítricas y, de éstas, nueve están libres del virus del CTV y de Psorosis.

En la actualidad, se realiza el diagnóstico del virus de la tristeza de los cítricos CTV, mediante un método serológico denominado Inmunoim-

presión Rápida - ELISA, el cual ofrece algunas ventajas comparativas en tiempo, costos, sencillez y confiabilidad en sus resultados frente al método convencional ELISA - DAS o DASSI.

Entre los parasitoides del minador se determinaron ocho especies diferentes que actúan controlando larvas de la plaga en todas las zonas estudiadas. De estas especies, tres (*Closterocerus* sp., *Horismenus* sp. y *Cirrospilus* sp.), corresponden a nuevos registros para Colombia.

Con base en reconocimiento de ácaros se han identificado cuatro familias fitófagas con seis especies, cinco familias predatoras con 10 especies y cinco familias de hábitos micófagos con nueve especies, las cuales se han registrado en todos los materiales comerciales sembrados en el Valle del Cauca.

De las especies fitófagas descritas, la más importante corresponde al ácaro tostador *Phyllocoptruta oleivora* (Eriophyidae). Se registra con mucha frecuencia la especie *Brevipalpus phoenicis* (Tenuipalpidae), la cual está asociada en otros países con la enfermedad conocida como leprosis, que aún no ha sido registrada en Colombia.

Para el manejo de la muerte basal de los cítricos, todo parece indicar que la reducción de inóculo mediante una erradicación de árboles y



raíces muertas, complementada con las aplicaciones de fertilizantes en forma programada de acuerdo con el análisis de suelo, ayudan a que los árboles con clorosis recuperen su aspecto sano por un tiempo prolongado y a que los que presentan marchitez, se mantengan por más tiempo, lo cual hace prever una mayor vida útil de árbol.

## HORTALIZAS

En 1995, se sembraron en Colombia aproximadamente 89.800 hectáreas de hortalizas, con un volumen de producción de 1.277.555 toneladas, y un valor de la producción de \$4.753.8 millones de pesos.

Los climas fríos y medios cubren la mayor parte de las zonas productoras de hortalizas en el país, aunque se desarrollan en condiciones muy diversas de clima, suelos e infraestructura y en el proceso productivo intervienen diferentes tipos de productores.

Las principales zonas productoras de hortalizas se encuentran ubicadas en Cundinamarca, Boyacá, Valle del Cauca, Antioquia, Nariño, Caldas, Risaralda, Santanderes, Tolima, Guajira, Magdalena, Cesar, Huila y Cauca.

Las hortalizas de mayor importancia en Colombia por área sembrada son tomate, cebolla de rama, cebolla de bulbo, zanahoria y repollo. Otro grupo importante lo constituyen especies como coliflor, apio y lechuga, seguido de otras no tradicionales con importancia para el futuro como brócoli, acelga, colchicina, espinaca, rábano, colrábano. El espárrago, aunque con una pequeña área sembrada, es importante por el enorme potencial de mercadeo externo.

La producción hortícola es explotada, por lo general, por productores pequeños, en áreas reducidas, características que sumadas a las altas



Participación de la comunidad guambiana en el manejo del cultivo de la cebolla

producciones de las especies, al corto período vegetativo y a su perecibilidad, le confieren características especiales de manejo y comercialización dentro de los sistemas de producción de cultivos en Colombia.

Las limitantes que más afectan el cultivo de las hortalizas en Colombia están relacionadas con las plagas, los recursos genéticos, la degradación de los recursos naturales, el manejo de los suelos, los rendimientos y la calidad de la producción y el manejo agronómico.

### **Cebolla** (*Allium cepa* y *Allium fistulosum*)

Después de varios años de investigación, se desarrolló un protocolo para regenerar plántulas de cebolla mediante la técnica de micropropagación *in vitro* en las variedades de cebolla de Tenerife (El Cerrito - Valle) y Cajamarca (Tolima), y en la actualidad se cuenta con una población de plantas directamente en campo para comprobar la bondad del tratamiento.

En este cultivo se redujo el número de aplicaciones de químicos en un 70%, con un ahorro de \$280.000 - \$300.000 por hectárea, disminuyen-

do así los costos totales y la contaminación por plaguicidas del agricultor, consumidor y medio ambiente.

El problema de mayor importancia económica, social y ambiental en esta especie es la chinche subterránea *Cyrtomenus bergi* (Froeschner), insecto que fue reportado a finales de 1989 en Pereira y que hoy se encuentra en toda la zona cebollera del Risaralda. Entre febrero de 1996 y 1997 se realizaron evaluaciones del ciclo de vida de este insecto, con 1.047 estados que determinaron el ciclo de vida de la plaga, el cual comprende un estado de huevo, cinco instares ninfales y el estado de adulto donde se diferencian los machos y las hembras.

En malezas se identificaron como hospederos de *Cyrtomenus bergi* Froeschner algunas de ellas como el corazón herido, el cadillo (*Bidens pilosa*) y la lengua de vaca (*Rumex crispus*), y en cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y cilantro (*Coriandrum sativum* L.) son atrayentes de la plaga; de ahí que se consideren como trampa para su control.

En la zona de Boyacá, productora de cebolla junca, las enfermedades son uno de los factores que limitan la producción, en especial la llamada amarillera. Para su manejo se identificaron los

principales microorganismos asociados a ella y así conocer la distribución espacial como agentes primarios de los hongos *Cladosporium allii* y su telomorfo *Didymelina allii*, junto con el mildew veloso, *Peronospora destructor*.

En la base de las plantas se detectaron infestaciones altas del nematodo del bulbo (*Ditylenchus dipsaci*), acompañado de *Pratylenchus* y *Tylenchus*. El hongo *Cladosporium allii*, se encontró ampliamente distribuido y su incidencia fue mayor en áreas con alta humedad relativa y precipitación.

Para el control de *Sclerotium cepivorum*, causante de la pudrición blanca del ajo y la cebolla, las aplicaciones de *Trichoderma* sp. (Cepa sabana 9), a la siembra y a los 40 días, controlan la enfermedad, y estimulan un mejor crecimiento de la planta y del tamaño y peso del bulbo, mejorando el rendimiento.

En cuanto al control de *Ditylenchus dipsaci*, los trabajos preliminares con *Arthrobotrys* sp., muestran una reducción importante del daño y de la población del nematodo. En la actualidad se trabaja en métodos de aplicación para mejorar dicho control.

Con respecto a la evaluación de microorganismos patógenos, se logró aislar una cepa de *Metarrhizium* sp., la cual se encuentra en laboratorio para pruebas de patogenicidad.

## Tomate de Mesa

(*Lycopersicon esculentum*)

En esta especie se desarrollaron evaluaciones con diez genotipos, de los cuales se seleccionaron por su comportamiento Nemadoro, Li022490, ICA19 e ICA8 con rendimientos potenciales de 54 y 56 toneladas por hectárea en el segundo semestre del año.

En evaluaciones efectuadas a partir de 1996 con 13 genotipos, se indicaron como sobresalientes Earlydoro, 17223-F, Nema1400 y Nemadoro en el área de la Guajira Media.

En los Llanos Orientales, se probaron seis variedades de tomate, con suministro constante de agua lluvia. Los resultados fueron satisfactorios, ya que se logró un período vegetativo total de 4.9 meses. Además, se observaron rendimientos promisorios en las variedades Milano Tropic, que alcanzó la mayor producción (53 t/ha), seguida de Chery Grande y Chonto Santa Cruz con 34 y 29 t/ha, respectivamente.

El tomate presenta pérdidas hasta de un 60% por bajos rendimientos y altos costos de producción, ocasionados por enfermedades como la gota, la gotera o tizón tardío causados por *Phytophthora infestans*, y por el carate cuyo agente causal es el hongo *Phoma andina* var. *Crystallini-formis*.

El control se hace básicamente con fungicidas que pueden llegar hasta los 120 kilogramos por hectárea



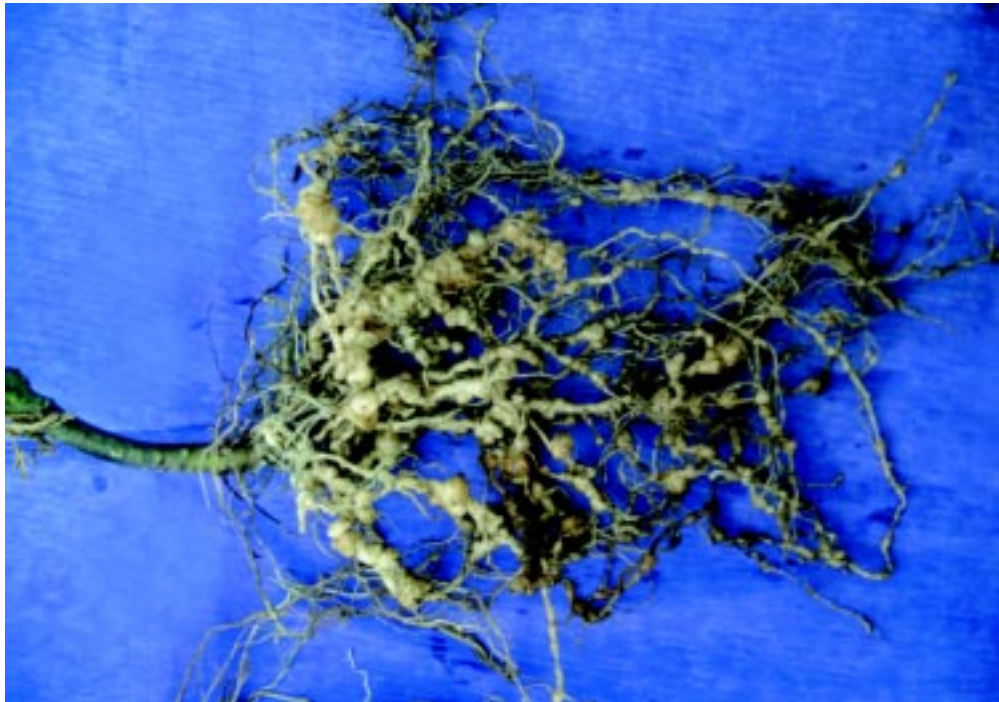
cultivada, razón por la cual se implementó un programa de mejoramiento, con el objetivo de obtener variedades resistentes a estas enfermedades con buenas características comerciales, altos rendimientos y bajos costos de producción e impacto ambiental adverso mínimo, por la reducción en el uso de fungicidas.

Otra de las limitantes tecnológicas de este cultivo es el ataque del gusano cogollero, cuyo manejo se basa en liberaciones de *Trichogramma* con un parasitismo del 75%, mejorando la eficiencia, sin alcanzar incrementos de costos, y la sostenibilidad ambiental. En esta forma, es importante continuar con la utilización de este tipo de control en áreas mayores.

Por otra parte, es promisorio el uso de productos biológicos y microbiológicos (*Trichogramma*, *Verticillium*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Beauveria* y *Bacillus thuringiensis*) en el control de mosca blanca, cogollero y minador.

Para el control biológico de patógenos radicales en tomate de mesa, se utilizó la técnica de fitoinvigorización de semillas mediante germinación controlada en matriz sólida combinada con *Trichoderma koningii*. Su aplicación produjo aumentos en la germinación de las semillas de 77.6 a 90.4%, y disminuyó la incidencia de *Rhizoctonia solani* en las plántulas. Además, este tratamiento estimuló el crecimiento y el vigor en plantas.

Bajo las condiciones del Oriente Antioqueño, el cultivo de tomate responde en forma diferente a las prácticas de fertilización y aporque, según el número y la época en que se efectúen. Estas



prácticas se pueden hacer en forma simultánea y una sola vez por ciclo del cultivo, lo cual disminuye los costos de producción.

## Arveja (*Pisum sativum* L)

Para dar solución a los problemas de susceptibilidad a la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y a la ascochyta (*Ascochyta*), se entregó la variedad ICA - Corpoica - Sindamanoy, cuyas características son crecimiento voluble o indeterminado con dos o tres tallos por planta, flores de color blanco, vainas de seis a ocho centímetros de longitud y de seis a nueve granos por vaina.

Esta variedad es una alternativa de rotación en las zonas de Nariño donde se cultiva trigo, por ser 30 días más precoz que las variedades regionales. El número de granos en sus vainas en fresco, el color verde de los mismos y su tamaño en seco la ubica como una variedad competitiva desde el punto de vista de calidad.

En dos variedades de arveja comerciales usadas por los agricultores de la región: ICA Tominé y Sta. Isabel Ojinegra y en dos diferentes localidades representativas de la Unidad del Altiplano Cundiboyacense, se evaluó la respuesta a la biofertilización con tres cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae*, L-9, L-21 y L-24, fijadores simbióticos de nitrógeno.

## **Crucíferas** (*Repollo, coliflor, brócoli*)

En Antioquia, se seleccionaron 14 materiales híbridos, los cuales presentaron buena adaptación, rendimiento y calidad comercial, tanto en las pruebas experimentales como en las fincas de los agricultores. Estos híbridos son Pirate, Legacy, Arcadia, Marathon, Green Belt, Patriot, Sultan, Legema, Breaurfort, Zeus, Mariner, Galleon, Fiesta, Buccaner, Elegance y Claudia, los cuales exhibieron peso de cabeza por encima de los 500 g y rendimientos superiores a 24 t/ha.

La polilla dorso de diamante *Plutella xylostella*, es considerada como una de las plagas más importantes en el cultivo de crucíferas, la cual causa daños directos e indirectos por contaminación en las principales zonas productoras en el país. Su manejo se basa en la aplicación de químicos y de prácticas culturales como la recolección de residuos de cosecha, y en la rotación de cultivos.

Esta polilla se ha convertido en una de las plagas que ataca con mayor frecuencia a las crucíferas del Oriente Antioqueño. Entre las alternativas de manejo integrado de plagas está el uso de insecticidas biológicos como el *Bacillus thuringiensis*.

Las crucíferas más afectadas por la polilla son el brócoli, la coliflor y el repollo. Uno de los limitantes de la eficiencia del *B. thuringiensis* es el cierre del capullo, ya que el insecticida biológico queda por fuera, mientras que las larvas de la polilla pueden quedar por dentro.

Al evaluar la sobrevivencia del hongo *Plasmodiophora brassicae*, agente causal de la hernia de las crucíferas en suelo infestado, se determinó que después de rotaciones con maíz, ajo y pastos, a pesar de observarse una ligera disminución en el tamaño de las agallas, el microorganismo continúa su actividad, razón por la cual los agricultores deben implementar rotaciones, mínimo por dos años para mantener un nivel de inóculo que no alcance a ocasionar daños de importancia económica.

En el control biológico de *Plasmodiophora brassicae*, se utilizó *Trichoderma* sp., *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis*, aplicados al semillero y al trasplante, los cuales redujeron la incidencia y la severidad del daño.

## **Arracacha** (*Arracacia xanthorrhiza*)

La arracacha es una típica planta andina, cultivada por nuestros aborígenes desde antes de la llegada de los conquistadores, como producto de importancia en sus hábitos alimentarios.

La chiza es el principal limitante de la producción hortícola de esta zona. Se determinaron los principales géneros de la plaga (*Phyclophaga*, *Serica*, *Macroductylus*, *Ciclocephala*, *Anomala*, *Plectris*), se aislaron y multiplicaron los hongos, entomopatógenos naturales, como el *Metarrhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, cepas que tienen como base para obtener un insecticida biológico formulado comercialmente para controlar chizas.

## **Lechuga** (*Lactuca sativa*)

En cultivos de lechuga ubicados en la Sabana de Bogotá, se identificó la bacteria *Pseudomonas chicori* como el agente causal de una enfer-



medad conocida por los agricultores como hongo negro; la cual se manifiesta como una pudrición oscura de las hojas que cierran la cabeza, cuando las plantas están próximas a la cosecha.

## OLEAGINOSAS DE CICLO CORTO

### Soya (*Glicine max*)

El grano de soya, por su alto contenido de aceite (20-22%) y de proteína (30-46%), es materia prima fundamental en la producción de aceites comestibles y alimentos concentrados.

La soya se cultivó por muchos años exclusivamente en el Valle del Cauca y en la década de los 80 se expandió a otras zonas del país. Esta especie ha contribuido significativamente al desarrollo agroindustrial especialmente del Valle del Cauca, además de convertirse en alternativa de producción para el Huila, el Tolima, la Costa Atlántica y los Llanos Orientales. Sin embargo, en la actualidad el país no alcanza a producir el 30% de la demanda nacional de soya por limitantes

tecnológicos, socioeconómicos y de mercados que no permiten ser competitivos.

Estos factores limitantes causaron reducción de las áreas de siembra y disminución progresiva de la relación beneficio, favoreciendo las importaciones de granos, aceites y concentrados a bajo costo.

El cultivo de la soya en Colombia enfrenta serios problemas de competitividad como consecuencia de los bajos rendimientos varietales, altos costos de producción y el bajo precio internacional del grano, factores que contribuyen a estimular significativamente la importación de grano y de productos elaborados.

Corpoica adelanta actividades de investigación y transferencia de tecnologías, que garanticen la sostenibilidad de los procesos productivos y la conservación de los agroecosistemas, para alcanzar un buen nivel de desarrollo que contribuya al mejoramiento de las condiciones ambientales y al crecimiento socioeconómico del país.

En 1996 se liberaron las variedades ICA Corpoica Obando 1 e ICA Corpoica Obando 2 para el Valle del Cauca, con tolerancia a las principales enfermedades que afectan el cultivo como la



bacteriosis, la pústula bacterial, la mancha ojo de rana, el mildew veloso y el complejo viroso.

El rendimiento promedio de las nuevas variedades mejoradas, fue de 2.983 kg/ha para la variedad ICA Corpoica Obando 1, y de 2.922 kg/ha para la variedad ICA Corpoica Obando 2, superando en un 5% a la variedad comercial Soyica P-34, la cual se siembra en un 90% en el área sojera del Valle del Cauca y en los Llanos Orientales.

En pruebas regionales se evaluaron cinco líneas promisorias de soya entre las cuales se destacan L-192, L-193 y L-194 con rendimientos de 2601, 2441 y 2511 kg/ha; éstas superaron al testigo comercial Soyica P-34 que tan sólo rindió 2354 kg/ha. Las líneas L-192 y L-194 presentan alto grado de tolerancia a la mancha ojo de rana causada por *Cercospora sojina*, una de las enfermedades más limitantes en soya. Estas líneas serán evaluadas próximamente en pruebas de eficiencia, para seleccionar la mejor línea y liberarla como una nueva variedad de soya con resistencia a *Cercospora sojina* para las zonas productoras del Valle del Cauca.

Para mejorar la calidad nutricional de esta especie y permitir su uso directo en alimentación de monogástricos, sin tener que calentar la soya para eliminar los efectos antinutricionales, en 1995 se generaron 69 líneas por cruzamientos entre líneas experimentales y las fuentes de bajos inhibidores como Japón 1, Japón 2 y la variedad Crockett de Estados Unidos.

Estas líneas han sido evaluadas, y mediante análisis bioquímicos se seleccionaron 10 líneas avanzadas y la variedad comercial ICA Corpoica Obando 1, con buena calidad nutricional por sus bajos inhibidores de tripsina tanto en actividad como en cantidad.

En 1997, en el C.I. La Libertad, se desarrollaron las líneas 1001 y Lissa 08, como variedades potenciales para las vegas de los ríos Ariari y Negro de la Orinoquia Colombiana. Las dos líneas se

caracterizan por ser más precoces que Soyica P-34 (variedad más sembrada en los Llanos Orientales), resistencia a *Cercospora* (*Cercospora sojina*), la pústula bacteriana (*Xanthomonas phaseoli*), al mildew veloso (*Peronospora manchurica*) y al complejo viroso, tolerancia a crismélidos, un rendimiento de grano promedio de 2.400 kg/ha, superior en 10-15% a Soyica P-34.

Para los suelos ácidos de la Altillanura colombiana, se han generado líneas avanzadas con alto potencial de rendimiento, tolerantes al aluminio y resistentes a las principales enfermedades de la zona. Estas líneas superan significativamente a la primera variedad desarrollada para suelos ácidos (Soyica Altillanura 2), donde sobresalen las líneas LISSA-44, SSA 1426-1M, SSA 1426-2M y SSA-1432 como variedades potenciales.

En 1994 se tenían evaluadas 76 segregantes en la generación F6, provenientes de C.I Palmira y el C.I La Libertad, identificadas en líneas avanzadas, evaluadas en ensayos de rendimiento dos líneas seleccionadas en el Centro de Investigación Nataima a partir de segregación de las variedades Soyica-34 (flor blanca) con flor morada, las cuales superaron a los testigos comerciales Soyica P-34, Valle 5, Suprema y Soyica 22 en más de 500 kg/ha.

En la actualidad se cuenta con dos líneas promisorias, adaptadas a las condiciones del Valle del Alto Magdalena, para ser liberadas como variedad; entre ellas la Línea dos, de hábito de crecimiento determinado, precoz en 25 días con respecto a los testigos comerciales, lo cual le permite hacer una utilización más eficiente de la semilla como *Agrosistema* sp. y *Megascelis* sp. en ensayo de resistencia, evitando pérdidas en producción hasta de 400 kg/ha, pues el daño producido por estos chupadores de semilla al afectar una vaina por planta reducen la producción en 100 kg/ha.

En los suelos de vega del Piedemonte Llanero,



el nitrógeno es el elemento más limitante para la producción de soya. Con la fuente biológica de nitrógeno (cepa ICA-J01) *Bradyrhizobium japonicum*, se ha logrado sustituir totalmente la fertilización química.

Corpoica adelanta investigación básica relacionada con el comportamiento de la soya a los excesos de agua superficial en condiciones de trópico húmedo. Se ha observado que encharcamientos superiores a 48 horas, en los primeros estados de crecimiento del cultivo, pueden afectar severamente la producción, y que encharcamientos hasta de 24 horas, en cualquier estado de crecimiento del cultivo, no afectan significativamente los rendimientos.

La información general sobre prácticas de manejo indican que este cultivo es susceptible a las bajas en rendimiento cuando el nivel freático se encuentra cerca a la superficie del suelo (menor de 1 m). En suelos del Piedemonte Llanero, caracterizados por una alta conductividad hidráulica en los estratos inferiores del mismo, se ha observado los niveles de 50 cm no afectan la producción. Sin embargo, niveles cercanos a 40 cm de la superficie del suelo reducen en más del 50% la producción total.

Algunas variedades manifiestan menor habilidad competitiva frente a las malezas, mientras que Soyica P-34 y Obando-2 presentan pérdidas en rendimiento de grano del 69.7 y 64.4%, respectivamente, Soyica Ariari-1 y Obando-1 sólo registraron pérdidas en la producción de 40.3 y 46.3%, respectivamente.

Se determinó que Soyica P-34 debe permanecer libre de la competencia de las malezas, por un período comprendido entre los 4 y los 27 días después de la siembra, para evitar pérdidas mayores del 10% en la producción. Por otro lado, Soyica Ariari-1, Obando-1 y Obando-2 soportan la competencia de malezas por un período de 16

días sin que su rendimiento se disminuya .

En los suelos de vega del Piedemonte Llanero, la reducción en la distancia de siembra de 51 a 17 cm, en Soyica P-34 y Obando- 2, mejora la habilidad competitiva del cultivo en relación con las malezas y se incrementan los rendimientos de grano. Se obtuvo una reducción en la densidad de malezas gramíneas y hojas anchas del 33.3 y 14.3%, respectivamente, y un incremento en el rendimiento de grano del 18.6% al sembrar las variedades a 17 cm entre surcos.

Al evaluar los sistemas de siembra en el Centro Experimental de Semillas Andree, en Roldanillo (Valle), se determinó que a través de la siembra directa es posible reducir los costos hasta de \$166.600/ha, o sea un 28.5% . Esta siembra, además de reducir los costos de producción, tiende a mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo y la sostenibilidad del sistema, en especial en la reducción de la densidad aparente y en el mejoramiento de la velocidad de infiltración. En suelos del Piedemonte Llanero, los mayores



rendimientos en soya correspondieron a la labranza reducida con 2.4 t/ha y con labranza cero, 2 t/ha ; los menores rendimientos se obtuvieron con la labranza convencional. Para la labranza cero, la mejor densidad correspondió a 100 kg/ha de semilla; y para la labranza reducida y convencional, a 80 kg/ha de semilla. El control de malezas en postemergencia fue superior a los demás controles pre y post-emergentes tanto en el rendimiento como en la incidencia de malezas.

Cuando se utilizó labranza reducida y labranza cero, los rendimientos fueron superiores en un 25% a los obtenidos con la convencional, hubo reducción del 45% de los costos de preparación y siembra; del 15% de los de producción, aumento de la rentabilidad en 35%, y de la erosión y manejo conservacionista de los suelos de vega.

La soya se utiliza para la alimentación animal y a nivel de pequeños productores es posible utilizarla en alimentación de monogástricos, mediante el uso del método de cocción de 15 a 20 minutos, estandarizando el índice de grasa entre 0.02-0.46, con la opción de aprovechar la proteína (37.5%) y la grasa (17.5%) al máximo, convirtiéndose en buena alternativa para mejorar rendimientos en el peso.

Se descarta el método de extensión en seco por los costos elevados y los requerimientos de tecnologías agroindustriales que resultan onerosas para pequeños y medianos productores. El método de tostado en seco se presenta como una gran alternativa para implementarlo a nivel de pequeña y mediana industria en la elaboración de dietas a base de grano de soya integral, para aprovechar la proteína (37.5%) y la energía (3.4 a 4.2 mcal/kg) presentes y reducir los costos de producción de los alimentos.

## **Ajonjolí** (*Sesamum indicum*)

El Ajonjolí es una oleaginosa que aporta altos niveles de aceite (45-50 %), proteína (35 %), carbohidratos y minerales (8%). El aceite es de

alta calidad para la alimentación humana por presentar alto contenido de ácidos grasos insaturados; la pasta de ajonjolí es una fuente valiosa de proteína para la elaboración de concentrados.

En los últimos diez años, los productores del ajonjolí en Colombia han reducido el área de producción anual en 11.000 hectáreas. En 1996, se reportaron entre el Tolima y la Costa Norte (Córdoba, Sucre y Cesar) 10.000 hectáreas, participando el primero con el 60% de la producción. Las reducciones del área agrícola destinada a la producción de ajonjolí se deben a bajas producciones y a bajos retornos económicos.

Las principales limitantes del cultivo se relacionan con la escasez de variedades y base genética estrecha, las plagas (enrollador del ajonjolí), enfermedades (marchitez, mancha foliar), escasez de maquinaria y degradación de suelos.

Los resultados más relevantes de la investigación y transferencia de tecnología son :

Se han desarrollado dos líneas promisorias (LAJ-64 y LAJ-68) que superan al testigo comercial (Sesica M-11) en 15 % de productividad por hectárea, cápsulas largas y más precoces, con grano crema, rendimiento de 1000 kg/ha que producen un aceite fino tipo exportación para uso comestible.

El C.I La Libertad dispone de seis líneas avanzadas con alto potencial genético para las condiciones del Piedemonte Llanero: ENA 841-3, ENA 841-4, ENA 841-7, Libertad 01, Libertad 06 y Libertad 10, con ciclo vegetativo de 90 a 100 días. Estas líneas se constituyen en futuras variedades por su resistencia a enfermedades, precocidad y rendimiento, comparados con las variedades comerciales ICA Pacandé e ICA Ambalá. Otras líneas (36) en proceso de evaluación en pruebas regionales sobresalen por precocidad y rendimiento.

En el Centro de Investigación Nataima existe el



banco de germoplasma de ajonjolí, constituido por 131 accesiones compuestas por 18 colecciones regionales, 110 accesiones introducidas de 25 países y tres variedades, el cual fue clasificado en forma multivariada con base en 12 características cuantitativas, identificando que el 80% de la variabilidad genética se encuentra en siete componentes principales.

La producción de ajonjolí en el Tolima, presenta bajas producciones por unidad de área y disminución de la frontera agrícola, por los altos costos en el control del enrollador del ajonjolí *Antigastra catalaunalis* D, y los sistemas de preparación y siembra, distanciamiento y raleo. Se generaron líneas tres veces más tolerantes que los materiales disponibles por parte de los agricultores, y se han reducido los costos del control del enrollador en un 70%.

El *Bacillus thuringiensis*, ejerció un buen control de la población manteniendo la infestación por debajo del nivel de daño económico, que es de 0.4 larvas/planta; el control químico del enrollador constituye el 30% de los costos de producción; su utilización reduciría los costos de control en un 50%, y en un 15% los costos totales de producción.

## PALMACEAS

La palma de aceite, el cocotero y el chontaduro son las especies palmáceas que le dan dinamismo a la actividad económica en diferentes regiones del país, en la que se destaca el Litoral Pacífico del departamento de Nariño. Estas especies son altamente promisorias, especialmente la palma de aceite por las expectativas del mercado internacional de aceites y por las condiciones medioambientales que posee Colombia para el desarrollo de estos cultivos. Corpoica, ha fortalecido la investigación y la transferencia de tecnología en estas especies.

La palma y el cocotero, son materia prima fundamental para los procesos industriales de la cadena productiva de oleaginosas, aceites y grasas vegetales, y en la producción de subproductos industriales como margarinas, mantecas, jabones y champús, entre otros.

La palma de aceite es la especie vegetal que produce mayor cantidad de aceite por unidad de área, 3 a 6 t/ha/año. En el mundo, es el aceite de mayor demanda para el abastecimiento de grasas vegetales, siendo el continente asiático el mayor productor, con un aporte de 82.8% en la oferta del total producido a nivel mundial. Las estadísticas del año 1996 sitúan a Malasia en el primer lugar con el 52.2 % de la producción mundial y con un rendimiento promedio de 3.6 t/ha/año. El segundo lugar lo ocupa Indonesia, seguido de Nigeria y Colombia se ubica en el cuarto lugar. A nivel latinoamericano, Colombia es el primer pro-



Corte de palma de chontaduro para palmito



ductor de palma de aceite y el sexto en rendimiento mundial por hectárea (3.4 toneladas).

Anualmente el cultivo genera cerca de 45.000 empleos directos y 80.000 indirectos. De la producción se obtiene aceite crudo como principal materia prima y subproductos como almendra y torta de palmiste. A nivel industrial, estos productos se destinan a la obtención de oleína y estearina, materia prima para aceites y margarina de cocina, jabonería y alimentos concentrados para la industria avícola y ganadera.

En la Costa Pacífica este cultivo genera alrededor de 5.000 empleos directos, 10.000 indirectos y una producción de aceite crudo y almendra por un valor aproximado de \$18.000 millones al año. Alrededor del 25% del área sembrada en esta zona pertenece a más de un millar de pequeños productores, lo cual indica que el cultivo de palma de aceite se puede socializar como en Malasia.

La palma de chontaduro se explota para la producción de fruto y de cogollos. Estos últimos se utilizan como materia prima por la industria de conservas en la producción de palmito.

El fruto consumido en Colombia proviene de plantas semiespontáneas, asociadas principalmente con plátano, en la Costa Pacífica, Amazonia y Orinoquia y es muy importante para la socioeconomía de sus moradores por ser un componente de su dieta y por generar ingresos.

Colombia exporta un valor aproximado de US\$ 2.500.000 por año y ha ocupado el tercer lugar dentro de los países exportadores de palmito (900 t/año), después de Brasil (4.200 t) y Costa Rica (1.700 t).

En Colombia, se estima que existen alrededor de 16.000 hectáreas de cocotero, de las variedades Alto Pacífico y Alto Caribe, distribuidas en tres regiones así : el Litoral Pacífico con 50.32%,

el Litoral Atlántico con 40.19%, Las Islas y los Valles Interandinos con un 9.49%. La producción nacional del cocotero es insuficiente para atender la demanda interna y se estima que al país entran anualmente, de forma ilegal, más de 15 millones de nueces provenientes de las islas de San Blas en Panamá y de Venezuela

Las principales limitantes que presentan las palmáceas en Colombia, están relacionadas con el mejoramiento genético, plagas y suelos (palma de aceite), mejoramiento, plagas y semilla (cocotero) y mejoramiento genético, suelos y plagas (chontaduro)

De las cuatro zonas palmeras del país, en 1996 la Costa Atlántica ocupó el segundo lugar con el 28.3% del área sembrada con 36.016 hectáreas.

Como logros importantes para Corpoica, en estas tres especies de palmáceas, se tienen :

## **Palma de Aceite (*Elaeis guineensis*)**

Se identificaron 58 materiales genéticos (progenitores femeninos) con excelente potencial de producción de 24 a 36 t/fruto/ha/año.

En la evaluación de prácticas culturales para el manejo agronómico del cultivo, se han logrado resultados que indican que la incidencia de la fertilización (en cantidad, calidad y fuentes) es un factor predisponente para manifestación de la enfermedad pudrición de cogollo en plantaciones comerciales. Cuando se aplica cal dolomítica al suelo, en un cultivo comercial, se detectan menos plantas con este síndrome.

Se desarrolló una metodología para determinar el punto óptimo de madurez del fruto con el fin de controlar la calidad de la cosecha y hacer un estimativo confiable acerca del número de racimos y del volumen de producción por obtener, con seis meses de anticipación a la ejecución de



la misma. Esta metodología consistió en revisar diariamente y por períodos semanales un determinado lote, con el fin de identificar y marcar con pintura todas las inflorescencias que se encuentren en anthesis durante una semana; la cosecha se ejecuta a los 180 días después de la marcación .

Para la fertilización de palmas en vivero y con suelo aluvial como sustrato, se determinó que las mejores respuestas se producen con aplicaciones de nitrógeno (13.8 - 18.4 g/palma) ;  $K_2O$  (15.0 - 21.0 g/palma) ;  $P_2O_5$  (12.4 - 27.6 g/palma) y  $MgO$  (12.0 g/palma), fraccionados en cuatro aplicaciones durante los 10 primeros meses.

Mediante biotecnología se estandarizaron las metodologías electroforéticas para caracterizar materiales de palma de aceite, palma nolí o americana y los híbridos interespecíficos, entre otros. Estas técnicas se han utilizado en la identificación y selección temprana de materiales genéticos.

Con respecto a las enfermedades de la pudrición de cogollo, marchitez y mancha anular (disturbios fitopatológicos de mayor importancia en la zona de Tumaco), se lograron avances promisorios con la identificación de 145 especies de plantas competidoras asociadas al cultivo. Con la determinación de la fluctuación poblacional del insecto *Rhynchophorus palmarum* y la recuperación de palmas afectadas por el barrenador de raíces *Sagalassa valida*.

Se cuenta con la identificación de siete especies de hongos entomopatógenos, que forman parte del banco nacional de organismos entomopatógenos del Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas con sede en el Centro de Investigación Tibaitatá.



## Chontaduro (*Bactris gasipaes*)

Mediante una alianza estratégica liderada por Corpoica con la participación del sector privado (Palmitos del Paraíso y Conservas del Pacífico), con la cofinanciación de COLCIENCIAS – BID, la participación de la Universidad de Nariño y CONIF, se adelantan, desde 1994, en el C.I El Mira, Tumaco, investigaciones para solucionar la problemática tecnológica planteada para la producción de palmito de chontaduro.

Entre estas investigaciones, en la línea de recursos genéticos se han colectado 173 accesiones de diferentes regiones del país y cinco ecotipos del exterior; así mismo, se inició el establecimiento en campo del banco de germoplas-

ma nacional de la especie en el Centro de Investigación El Mira. Lo anterior contribuye a la conservación de la variabilidad de la especie y servirá de base para el inicio de su mejoramiento genético.

En manejo agronómico del chontaduro, se seleccionaron los cuatro mejores métodos que presentaron la mayor velocidad y porcentaje de germinación durante los primeros 90 días:

- Bolsa plástica + aserrín de madera + semilla con tratamiento desinfectante (93%).
- Cama de arena + semilla con tratamiento desinfectante (79.5%).
- Cama de arena + semilla con tratamiento desinfectante y precalentada (74.5%) .
- Cama de arena + semilla sin tratamiento desinfectante (58%).

En relación con el manejo de la población a manejar por hectárea se cuenta con resultados preliminares del efecto de la práctica del deshije sobre la producción, encontrándose que dicha práctica, aplicada a partir del segundo año de siembra, incrementa la producción y mejora el rendimiento industrial del palmito y es benéfica en términos económicos durante el primer año. Además, se halló que es promisoría para continuar contribuyendo con su incremento en los siguientes años de la plantación, principalmente cuando se mantienen cinco a cuatro hijuelos por cepa en plantaciones de densidad de siembra de 4000 plantas/ha.

En manejo integrado de plagas, se generó la tecnología del embolse con y sin productos químicos para el control del insecto barrenador del fruto *Geraeus* sp.; además, se diseñó un implemento que permite efectuar el embolse del racimo desde el suelo.

## Cocotero

(*Cocus nucifera* )

Como aporte a la solución de la problemática actual del cultivo en la Costa Pacífica, Corpoica, en convenio con el Ministerio de Agricultura, a través de Pronatta, adelanta el proyecto 'Producción y fomento de híbridos de cocotero para la costa del Pacífico' cuyos resultados son los siguientes: reuniones educativas con agricultores de cinco zonas del municipio de Tumaco (Tangareal y veredas de los ríos Mejicano, Rosario, Gualajo y Chagüí).

En estas cinco zonas se han identificado 640 palmas progenitoras y se establecieron cinco viveros con 60.000 semillas híbridas (Enano x Alto), con el fin de entregarlas a los agricultores para su siembra en campo y para la evaluación de su comportamiento frente al complejo 'anillo rojo - gualpa'. Para el manejo del insecto *Rhyncho-phorus palmarum*, se determinó la efectividad de una feromona de agregación en dos tipos de trampas, de igual forma a lo dispuesto para la palma de aceite.

En el C. I. El Mira existe un banco genético de tres hectáreas de la variedad Enano Malayo, con el cual se debe adelantar un programa de producción de semilla híbrida por cruzamiento controlado ( Enanas x Altas ) para fomentar esta especie en el país, particularmente en la Costa Atlántica que presenta menos problemas fitosanitarios.

## PAPA (*Solanum tuberosum*)

El cultivo de la papa en Colombia está ubicado en la Región Andina, entre los 2.000 y 3.200 metros de altitud. La superficie dedicada a este cultivo es de 170.000 hectáreas, localizadas principalmente en los departamentos de Cundinamar-



ca, Boyacá, Nariño y Antioquia; así mismo, el 73% de la producción se localiza en Boyacá y Cundinamarca.

La producción en fresco se estima alrededor de 2.6 millones de toneladas al año. Cerca de 90.000 familias están vinculadas directamente con su producción y más o menos el medio millón participa en su comercialización y procesamiento.

La cadena de producción de papa aporta a la actividad económica, además del empleo, la producción y la comercialización directa de tubérculos, otros elementos como la movilización y el consumo de más de 200.000 toneladas de insumos, con el consecuente aporte significativo a la agroindustria nacional (14% de la producción se emplea en procesamiento). El consumo aparente promedio nacional se ubica alrededor de 60 kilogramos por habitante/año.

El cultivo de la papa presenta varios limitantes entre los cuales se pueden citar el manejo integrado de plagas, recursos genéticos y mejoramiento, manejo integrado de suelos, semilla, adaptabilidad y calidad industrial

Para solucionar estas limitantes, Corpoica ha obtenido los siguientes logros:

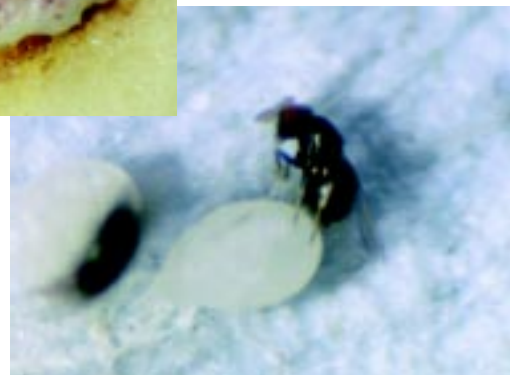
Entre 1.996 y 1.997, se evaluaron opciones tecnológicas de agricultura biológica, basadas en el manejo racional del suelo, el aumento de la materia orgánica, el control natural de plagas y en la conservación de los recursos naturales (suelo, agua, bosques y ambiente). Por la disminución de agroquímicos en 90% y de costos de producción en 40%, se evidencia el impacto económico de las prácticas biológicas.

El extracto de ajo, como repelente de plagas del follaje, presentó la mejor respuesta en dosis de: un litro de extracto por bomba de 20 litros de agua, aplicado cada ocho días en invierno y cada 15 en verano.

En 1993 se detectó en Antioquia la presencia de



Polilla guatemalteca  
*Tecia solanivora*



Avispa de *Trichogramma lopezandinensis* parasitando huevos de polilla guatemalteca

una nueva plaga, la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Povolny), causando daño, y en 1994 se estimó un daño del 15% en la producción. Dada la importancia del problema y la potencialidad para que éste aumente, se consideró necesario realizar una evaluación que permitiera obtener información más precisa sobre la incidencia y severidad del daño, así como la evaluación económica del mismo.

El manejo de esta plaga se apoya fundamentalmente en las prácticas culturales; para ello es esencial la recolección de residuos de cosecha (toya), el aporque alto y el tratamiento de la semilla. Así mismo, *Bacillus thuringiensis* es una alternativa microbiana para el manejo de la polilla guatemalteca; por tal motivo, se debe continuar en la búsqueda de nuevos aislamientos de la bacteria.

En Corpoica, conscientes de la necesidad de contribuir con los programas de apoyo a los cultivadores de papa, y especialmente para el control de algunas plagas que afectan este cultivo, se formuló y evaluó el insecticida biológico *Baculovirus phthorimaea*, con el propósito de controlar el ataque de las polillas en la semilla durante su almacenamiento.

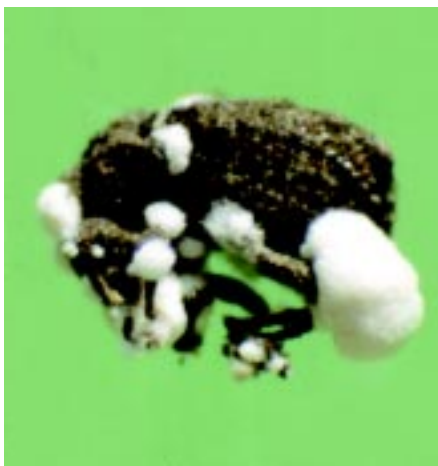
En el Centro de Investigación La Selva, se realizaron pruebas de efectividad del *Baculovirus phthorimaea* sobre la polilla en envase cerrado. Se hicieron además pruebas del producto para el control de la plaga en almacenamiento. Posteriormente, se establecieron parcelas de mane-

jo integrado, con el componente del *Baculovirus phthorimaea* para el tratamiento de la semilla. Tanto en los ensayos de laboratorio como en fincas, se comprobó la efectividad.

En la totalidad de los ensayos se logró un control superior al 98%. El tratamiento de la semilla con *Baculovirus phthorimaea*, previo al almacenamiento de la misma, garantiza la siembra de semilla libre de la polilla y contribuye al manejo integrado de la plaga. Se logró estandarizar el método para cría de la polilla y la formulación comercial del *Baculovirus phthorimaea*, para su utilización en el tratamiento de semilla de papa.

En relación con los daños ocasionados por chizas, se encontró mayor incidencia del daño por chizas en la variedad ICA - Cumanday con el 18%, seguido de Diacol Capiro, con el 13.2%, la cual es la más cultivada en la región. Además, los datos muestran una tendencia de incremento del daño causado por esta plaga a mayores alturas sobre el nivel del mar: se considera que el 17% es para alturas entre 1.900 y 2.200 metros y el 27.5% para alturas superiores a los 2.600 metros.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los daños en papa ocasionados por chiza se estiman en \$3.604.8 millones para la cosecha de 1995 B y en \$6.785.6 millones para la cosecha 1996 B. Los municipios con pérdidas más altas fueron El Carmen de Viboral, La Unión, Santa Rosa de Osos, Abejorral, San Vicente y San Pedro.



Adulto de gusano blanco atacado por *Beauveria bassiana*

Otra plaga de importancia económica en papa es el gusano blanco (*Premnotrypex vorax*), porque deteriora la calidad del producto hasta en un 40%, disminuyendo su competitividad en el mercado.

La utilización de cultivos trampa para el control de esta plaga, contribuyó a disminuir el daño en tubérculo en un 30% y los costos de producción relacionados directamente con su control se redujeron en un 38.6%. Aunque no se dispone de resultados sobre el efecto del insecticida en los agroecosistemas, se puede afirmar que la práctica reduce los niveles de contaminación de suelos, agua y productos de consumo humano y animal.

En trabajos de campo, se aislaron seis cepas de *Beauveria bassiana*, y se hicieron aplicaciones con este microorganismo, lo cual disminuyó el 10% en el daño de tubérculos. Pruebas en laboratorio demuestran que todos los aislamientos de *Beauveria* son patogénicos al gusano blanco; sin embargo, su virulencia varía desde 13.3 hasta 96.6%. Actualmente, se adelantan estudios para determinar las cepas más agresivas y eficaces en campo.

El hongo *Spongospora subterranea* es un parásito obligado en los cultivos de papa y de difícil control químico, que ha aumentado en forma significativa su incidencia en áreas afectadas de Nariño. El estado de floración de la planta es la mejor época para detectar su presencia, dado que en esa fase del cultivo se observan los mayores porcentajes de infección en las raíces. Rotaciones diferentes a papa - papa y la incorporación de *Lupinus* sp. como abono verde, disminuyen el ataque de la enfermedad hasta en un 20%.

Otras plagas que causan daño severo y que están colonizando las zonas paperas de Nariño, son las chizas de los géneros: *Phyllophaga* sp., *Astaena* sp., y *Ancognata scarabaeoides*, A. vulgaris, A. nigriventris. Larvas de tercer instar



de los géneros *Phyllophaga* sp. y *Ancognata scarabaeoides*, producen daños entre el 10 y 15%, formando grandes excavaciones o cavidades, lo cual deteriora la presentación y calidad del tubérculo.

Dentro de la problemática sanitaria del cultivo de la papa, diversa, compleja y costosa de manejar, los estudios sobre adopción y generación de tecnología para el control biológico de la polilla guatemalteca y del gusano blanco, han registrado resultados destacados en el desarrollo de una metodología para la cría de la polilla en laboratorio, ampliándose el pie de cría con introducciones en Cundinamarca y Boyacá. En la actualidad, se obtiene una producción sostenida de más de 3.000 huevos semanales. Igualmente, se ha mejorado el proceso de cría de gusano blanco, alimentando larvas con tubérculo desarrollado.

Para el control de polilla, se han preseleccionado diferentes cepas de *Bacillus thuringiensis* por su alta actividad insecticida, de los cuales se seleccionó la cepa *Bt-2486* con una mortalidad del 90% a las 96 horas, a una concentración correspondiente a 150 Mg/ml.

También se continúan desarrollando algunos estudios básicos con el parasitoide *Trichogramma lopezandinensis* para el control de *Tecia solanivora*; hasta el momento se ha detectado selectividad hacia los huevos de la plaga; los estudios indican que el parasitismo es tipo II, es decir, parasitismo independiente de la densidad del hospedero.

Se validó una metodología cuyo objetivo básico es enseñar de manera participativa el concepto y las prácticas de manejo integrado de la polilla a diferentes grupos de productores, a través de tres fases de aprendizaje que se desarrollan mediante trabajo en grupos.

Los cultivos de papa en Colombia se ubican en zonas donde los factores climáticos ejercen una influencia muy marcada con el desarrollo de las

enfermedades e insectos - plaga, que afectan la calidad del tubérculo ocasionando pérdidas en campo y almacenamiento.

Dado que el sistema de propagación más usual del cultivo es por tubérculo, la semilla debe estar libre de agentes de daño que no sólo afectan el producto, sino que también contaminan el suelo y se propagan hacia las zonas de cultivo.



Con el fin de conocer su sobrevivencia en las principales zonas productoras de semilla del Altiplano Cundiboyacense, se realizó un estudio en los municipios de Sibaté, Pasca, Guasca y Tausa, donde se logró identificar en la variedad R-12 los siguientes microorganismos: *Rhizoctonia solani*, con la mayor incidencia, seguida por *Spongospora subterranea* y las bacterias *Ralstonia solanacearum* (anteriormente *Pseudomonas solanacearum*) y *Erwinia carotovora* p.v. *atroseptica*.

Como una alternativa para la multiplicación de semilla de papa, en el C.I. La Selva, se alcanzaron rendimientos cercanos a 1.0 kilogramo por planta cuando se sembraron brotes en forma directa en el campo; el 70 % de los tubérculos obtenidos fue de tamaño segunda o tipo semilla.



Las variedades mejoradas más sembradas en Colombia son susceptibles a las enfermedades y plagas que afectan al cultivo, como son la gota (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) y la polilla gigante (*Tecia solanivora*, Povolny).

En un trabajo de mejoramiento genético se evaluó la compatibilidad de 698 genotipos de la Colección Central Colombiana (CCC) de papa con la raza cero ( $r_0$ ) del hongo *P. infestans*, y con la población natural del hongo presente en el C.I. La Selva. La compatibilidad fue evaluada, mediante la inoculación con la raza cero a folíolos provenientes de plantas cultivadas en el invernadero y el tipo de resistencia se determinó en el campo, sembrando los genotipos en un diseño apropiado que garantizó la misma presión de selección para todos.

Actualmente, se desarrollan evaluaciones de clones por resistencia a plagas y enfermedades que son los principales limitantes de producción. Se lograron resultados promisorios con los clones 82-242-3, 87-502-17 y 84-718-1 con resistencia horizontal a *Phytophthora infestans*, lo cual permite reducir hasta en el 40% las aplicaciones de fungicidas.

Existen en el país importantes áreas con amplio potencial agrícola, pero presentan restricciones ambientales para su utilización durante determinadas épocas del año a causa de la incidencia de bajas temperaturas.

Para enfrentar el efecto de las condiciones climáticas del Altiplano Cundiboyacense, se desarrollaron ensayos para determinar los mecanismos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos que permiten la sobrevivencia de genotipos tanto silvestres como mejorados de papa a las bajas temperaturas (heladas).

En estudios adelantados en ecofisiología vegetal, se estandarizó la metodología de evaluación de fotosíntesis, y la cuantificación de clorofilas A

y B, de la variedad Parda Pastusa; así mismo, se realizaron análisis fisiológicos de crecimiento y desarrollo, de fotosíntesis y de contenido de azúcares reductores de las variedades Diacol Capiro, ICA Chitagá, ICA Zipa, ICA Unica, Parda Pastusa e ICA Morita. De estas variedades, algunas son de interés para la industria productora de papas fritas.

## PLATANO (*Mussa sp*)

El plátano ocupa un lugar de primera importancia en el contexto agrícola nacional. Se cultiva en una superficie de 400.000 ha que generan una producción de 2.5 millones de toneladas. Este producto alimenticio es básico en la dieta de la población, con un consumo per cápita de 35 kilogramos al año en la zona urbana nacional y de 64 en la zona urbana cafetera.

En cuanto al valor de la producción, está considerado dentro de los cinco cultivos que aportan la mayor proporción al total nacional, junto con el café, la caña de azúcar, la papa y las flores, alcanzando una participación de 6.8%.

Las áreas productoras se ubican a lo largo y ancho del país, desde 0 hasta 2.000 m.s.n.m., abarcando una amplia gama de condiciones ecológicas. La Región Andina participa con el 70% de la superficie cultivada y de la producción nacional, seguido por la Región Caribe, con el 13%. En estas zonas se ubica el mayor porcentaje de la población colombiana. Las otras áreas

productoras se sitúan en la Costa Pacífica, la Orinoquia y la Amazonia.

Los aspectos que más han limitado el cultivo de plátano en Colombia son los recursos genéticos, las plagas y enfermedades y la transferencia de tecnología.

Como resultados importantes se pueden mencionar:

En lo referente a los recursos genéticos, se ha hecho énfasis en el mantenimiento y evaluación de la Colección Colombiana de Musáceas, conformada por 124 entradas entre plátanos, bananos e híbridos mejorados. Entre los clones promisorios comestibles se destacan el Africa 1 y el FHIA 21 por sus características agronómicas y su producción. Además, el FHIA 21 resalta por su resistencia a las sigatokas amarilla y negra.

Se avanzó en la estandarización de un método eficiente de transformación genética en especies comerciales de *Musa* spp., a través de bombardeo de partículas y de *Agrobacterium tumefaciens*.

Con el fin de contar con un sistema celular que facilite la transformación estable de genotipos de banano y plátano, se estandarizaron las condiciones óptimas para la regeneración de plantas de plátano, variedad Dominico Hartón.

Como resultado, se desarrolló un protocolo que permite obtener 850 plantas regenerantes por mililitro de suspensión embriogénica, lo cual constituye el nivel de eficiencia más alto reportado hasta el momento. La caracterización molecular de variabilidad genética inducida por el proceso indicó un bajo nivel de variación somaclonal en las plantas regenerantes.

En relación con la problemática sanitaria del cultivo, en la zona cafetera se realizaron estudios, principalmente en picudo negro, sigatokas y virus. Para el manejo del picudo negro, las aplicaciones sucesivas de 15 a 30 gramos de masa (crecimiento del entomopatógeno (*Beauveria bassiana*), inoculado en arroz precocido/trampa, y aspersión de 5 cc de suspensión (300-400 nemátodos/ml)/trampa de *Steinernema* sp., ocasionaron infección en adultos de *Cosmopolites sordidus* por encima del 40% Germar

Las aplicaciones de *B. bassiana* infectaron el 65% de adultos de *Metamasius hemipterus sericeus*. Inoculaciones sucesivas de los entomopatógenos incrementan su acción. Los adultos infectados ayudan a la diseminación del hongo y del nematodo. Se registran descensos entre 80 y 90% en la población capturada de los Curculiónidos, después de 45 semanas de manejo mecánico (trampas), microbiológico y cultural.

La creolina y el aceite quemado se evaluaron como productos repelentes de los picudos. Se considera que la creolina al 3% se constituye en una herramienta importante para el tratamiento de la semilla. La feromona *Rhynchophorol* se mostró eficiente como atrayente de los picudos en plátano, considerándose también como una alternativa en el control de estos insectos. Para evitar la infestación por picudo, se determinó que



Adultos de picudo negro del plátano parasitados por *Beauveria bassiana*

la mejor opción es la siembra de la semilla el mismo día de la extracción, o su conservación en sitios cerrados.

Para el manejo de las sigatokas negra y amarilla, los estudios determinaron que las defoliaciones, como estrategia de manejo, requieren del conocimiento de los límites de tolerancia que tiene la planta. Las defoliaciones permanentes, durante la fase vegetativa, inducen la formación de hojas más grandes y un período de producción más largo en comparación con las plantas sin defoliación. Por el contrario, defoliaciones severas después de la diferenciación floral, contribuyen a acortar el ciclo de producción.

Entre las variedades evaluadas en la zona cafetera por su resistencia a la sigatoka negra, se ha validado el buen comportamiento de los bananos FHIA 1 Y FHIA 2, y el plátano FHIA21 por su resistencia a ambas sigatokas y a las características productivas.

Estudios sobre la supervivencia de *Pseudomonas solanacearum* Raza 2, indicaron que esta bacteria puede sobrevivir por más de seis meses, requiriendo una cuarentena mayor para la realización de resiembras, para la rehabilitación de lotes se debe utilizar la siembra de yuca, con un eficiente y estricto manejo de arvenses, con especial atención en las especies *Emilia sonchifolia*, *Solanum nigrum*, *Bidens pilosa*, *Browalia americana*, *Commelina* spp, *Phyllanthus corcovadensis* y *Pilea hyalina*, los cuales actúan como hospederas asintomáticas.

Para moko (*Pseudomonas solanacearum*, Raza 2) se logró establecer un banco con 19 cepas de la bacteria proveniente de plátano de diferentes regiones y con siete de las malezas *Emilia sonchifolia*, *Solanum nigrum*, *Bidens pilosa*, *Browalia americana*, *Commelina* sp., *Phyllanthus corcovadensis* y *Pilea hyalina*, las cuales son portadoras asintomáticas de la bacteria. En los estu-

dios de invernadero se demostró que la bacteria desaparece del suelo después de cinco meses.

Con respecto a los virus, se realizó la caracterización molecular de dos aislamientos de CMV y el clonaje del gen de la proteína del cápside. La purificación parcial viral presentó un espectro de absorción ultravioleta de una nucleoproteína, con una A260/280 de 1.27 y una concentración de 8.8 mg/ml. La prueba serológica DAS-ELISA, confirmó la presencia de CMV en tejidos foliares de Dominico Hartón y de Gros Michel común, al igual que en las malezas *Canna edulis* y *Commelina diffusa*.

Recientemente, con el empleo de la técnica DAS-ELISA, se dio el reporte de la presencia del BSV (*Banana Strike Virus*), en el clon Dominico-Hartón, en Antioquia y Quindío. Mediante un muestreo en una plantación comercial, se encontró que 60% de plantas estaban afectadas de BSV, 31% con CMV y el 29% restante estaban infectadas por ambos virus.

Se evaluaron dos tipos de preparación de suelo, una con cincel, un solo pase y en el sentido de las líneas de los surcos de plátano, y la preparación tradicional con la utilización de una rastra tipo californiano y dos pases de rastrillo. La variedad empleada fue Hartón y la distancia de siembra de 4 x 2 metros.

Como resultado, se encontró que el peso promedio del racimo cuando se aplicó cincel fue de 15.2 kg, y cuando se preparó el suelo en forma tradicional, esta fue de 10.8 kg. En cuanto a la altura de planta, para el sistema tradicional ésta fue de 2.48 metros contra 3.82 cuando se usó el cincel. El grosor del pseudotallo en el sistema de cincel fue de 19 cm, mientras que en el sistema tradicional fue de 13 cm.

Para ambos sistemas se evaluaron coberturas como vitabosa (*Mucuna* spp), maní forrajero (*Arachis pintoii*) y *Desmodium ovalifolium*, obteniéndose cobertura total en el sistema de



cincel, en tanto que para el sistema tradicional el desarrollo fue muy pobre.

La vitabosa fue la cobertura de mayor persistencia, incluso en la época seca, pues produjo hasta 30 toneladas de materia verde por hectárea, pero no se recomienda para plátano por su hábito de crecimiento, ya que trepa a las plantas y no deja abrir la hoja más joven o bandera.

Sobre la utilización de residuos de cosecha y subproductos, se ha determinado que una vez cosechado el racimo, el pseudotallo en mezcla con cáscara de cacao y pulpa de café, conforman un sustrato adecuado para el desarrollo y multiplicación de la lombriz roja californiana y la consecuente producción de humus. Desde el punto de vista ecológico, el uso y la disponibilidad de este tipo de desechos es perfectamente manejable con un programa de lombricultura.

Del pseudotallo del clon Africa 1, fue extraído un colorante (licor tánico) para utilizar en la industria textil, con rendimientos del 10%, y su obten-

ción es más eficiente con la metodología de molienda y posterior extracción por lixiviación en agua.

El FHIA 21 es un híbrido tetraploide (AAAB), obtenido como resultado de más de 25 años de investigación realizada por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, y seleccionado en el programa de mejoramiento por su gran resistencia a sigatoka negra, fusarium, nematodos y, además, por su alta productividad.

Debido a que este material presenta dos características indeseables para exportación, como son la corta vida poscosecha y el color pálido de la cáscara que le da la apariencia de estar maduro. En el C.I. Tulenapa se realizó un estudio para establecer la mejor época de cosecha y el mejor color de bolsa utilizada para proteger el racimo. Los resultados indican que la edad de corte para exportación es de once semanas, la cual corresponde a la mayor acumulación de materia seca del fruto, y que el color de la bolsa no influye sobre la coloración externa del fruto.

# SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA

## BOVINOS

La ganadería bovina ha mantenido una importancia relativamente estable en la economía nacional, alcanzando una participación del 5% en el PIB. Con respecto al sector agropecuario, muestra una tendencia creciente al pasar de 24.5% a 25.3% entre 1990 y 1994. Este aumento en la participación de la ganadería al PIB sectorial, se debe al deterioro del subsector agrícola, principalmente a la crisis de rentabilidad que han venido experimentando los cultivos transitorios y el café.

La situación anterior también se explica por la conversión de áreas agrícolas a ganaderas, proceso que está en función de las oportunidades de inversión, de los precios relativos, de la infraestructura vial disponible y de las condiciones de seguridad.

De manera desagregada, la producción de carne y leche constituyen renglones fundamentales de la economía pecuaria, así: la carne representa el 15.8% del PIB agropecuario, participación que se ha mantenido estable en los últimos años, mientras que la producción lechera ha mejorado en un 1% ubicándose en el último año en 9.5%.

Por su parte, en el contexto de la industria de alimentos, estos productos muestran una dinámica diferente. De acuerdo con el DANE, la industria de productos lácteos aumentó en 3.4% su participación en el valor agregado de la industria de alimentos del país, durante los últimos años.

La actividad ganadera como generadora de empleo ha ganado importancia dentro del sector agropecuario y en la economía en su conjunto. En 1996, el subsector generó 1.200.000 empleos, equivalentes a 37.5% de los empleos del sector rural y el 8.3% del empleo total del país. De otra parte, la población ganadera en 1996 se estimó en 18 millones de cabezas cuando en 1980 era de 23.9 millones, lo cual significa que el inventario se ha venido reduciendo a una tasa anual de 2.6%. Aunque se observan algunas oscilaciones debido a la influencia del ciclo ganadero, gran parte de esta disminución del inventario se origina en las dificultades derivadas por la inseguridad en el campo y la liquidación de hatos en algunas regiones.

De acuerdo con el CEGA, la población bovina de los sistemas de producción de leche se estima en alrededor de 6 millones de cabezas, cifra





que se ha mantenido relativamente estable en los últimos años. De esta población, se calcula que los bovinos en sistemas de doble propósito representan el 89% y contribuyen con el 55% de la producción nacional de leche, la cual asciende a 5 millones de litros anuales. Esta contribución es significativa si se tiene en cuenta que hace diez años la producción de leche se originaba en un 59% en ganaderías especializadas.

A nivel regional, la Costa Caribe y el Piedemonte Llanero representan las zonas de desarrollo más dinámico de la ganadería de doble propósito. Se estima que este sistema contribuye con el 85 y el 90% de la producción de leche en las respectivas regiones.

El país produce anualmente cerca de 765 mil toneladas métricas de carne bovina (Fedegán, 1997), ubicándose como el cuarto mayor productor de la región después de Brasil, Argentina y México (USDA, Foreign Agriculture Service). Además, los acuerdos firmados en el marco de la Organización Mundial de Comercio (OMC), mejoran la situación del mercado internacional para la carne bovina colombiana, al reducir las barreras para-arancelarias al comercio y el monto de los subsidios otorgados a los productores de

los países desarrollados. Colombia exportó en 1996, en carne en canal, carne deshuesada y ganado en pie, un equivalente a 12.695 cabezas, representando un monto de US\$ 6.062.950. De otra parte, la demanda de carne por parte de los países del sudeste asiático es creciente y, en el caso específico del Japón, esta demanda se concentra en productos de alta calidad.

A pesar de que la presencia de la fiebre aftosa en el país, restringe actualmente el acceso de la carne bovina nacional a mercados internacionales más amplios y de mejores precios por calidad, la meta de la campaña liderada por FEDEGAN de erradicar esta enfermedad en los próximos cinco años, constituye un incentivo para empresas productoras de carne con perspectivas de mercados externos competitivos en el mediano plazo.

Durante los últimos años se han iniciado en el país un conjunto de procesos dinamizadores de la cadena productiva ganadera nacional, como el Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina, financiado por Minagricultura, Colciencias y Fedegán y liderado por Corpoica, el Plan Nacional para Erradicación de la Fiebre Aftosa, el Sistema Nacional de Clasificación de

Cortes y Canales y la modernización de la infraestructura de industrialización y comercialización de productos cárnicos, emprendida por Fedegán-FNG a través de inversiones en frigoríficos regionales.

Estos elementos dinamizadores originados de la interacción entre el estado y los gremios, permiten visualizar una mayor orientación de los sistemas de producción de carne hacia procesos de competitividad en el mediano plazo, y, en su conjunto, crean las condiciones propicias para el diseño e implementación de sistemas tecnológicos que hagan posible mejorar la competitividad de la producción nacional de carne, con énfasis en el aseguramiento de la calidad del producto de acuerdo con las demandas del consumidor y los nuevos requerimientos de los mercados internacionales.

La búsqueda de sistemas más competitivos incluye, igualmente, la necesidad de establecer prioridades regionales con base en su dotación de recursos naturales y en la resiliencia de sus ecosistemas, los niveles de desarrollo actual de las empresas productoras de carne y leche, de la industria de transformación y comercialización de productos cárnicos y lácteos; y, sobre todo, de la generación de espacios de interacción entre los diferentes agentes de la cadena.

Las principales limitantes tecnológicas de los sistemas de producción bovina, y de las cadenas agroindustriales de lácteos y cárnicos del país, se relacionan con los siguientes aspectos: el uso de los recursos naturales y el ambiente, los recursos forrajeros y la suplementación estratégica, la salud animal, la transformación, la calidad y consumo, y la gestión tecnológica y empresarial.

Si bien es cierto que el panorama de las limitantes tecnológicas para el desarrollo sostenible y competitivo de los sistemas de producción bovina del país es aún extenso, es necesario resaltar que a

través de los procesos de investigación y transferencia de tecnología que desarrolla Corpoica, se han logrado importantes avances en la generación de conocimientos, productos y procesos tecnológicos, algunos de los cuales han sido apropiados por la comunidad científica y el sector productivo.

Con el fin de orientar los procesos de mejoramiento genético de bovinos en el trópico, se validó el modelo de evaluación genética BLUP, en animales de la raza cebú y de cruces de *Bos taurus* x *Bos indicus*. Este modelo permite evaluar el comportamiento genético de animales de diferentes grupos raciales e identificar los individuos de alto valor genético para su utilización intensiva en sistemas de producción de carne y leche del trópico bajo.

Se creó un servicio de evaluación genética de bovinos, con la conformación de una red de investigadores en el área de genética animal, el cual se está utilizando en las asociaciones colombianas de criadores de razas bovinas como una herramienta para que sean más óptimos los planes de mejoramiento de los sistemas ganaderos del país.

Este servicio de evaluación genética, le proporciona a los criadores de ganado una herramienta que hace posible identificar individuos genéticamente superiores que, empleados y utilizados en programas adecuados de apareamiento, pueden generar crías con un alto potencial de rendimiento en características de importancia económica.

El servicio incluye el análisis de las variables peso al nacer y al destete, estimación de la heredabilidad para estas dos variables, correlaciones genéticas, ambientales y fenotípicas e identificación de los individuos de mayor potencial y mejor adaptación al medio ambiente en las características peso al nacer y al destete a través de las respectivas DEP, recurriendo para ello a





la información registrada durante varios años en una finca. A nivel gremial han participado de este servicio Asocebú y Asodoble.

En el ganado criollo colombiano (gcc) se han estudiado algunas características relacionadas con producción de carne, comportamiento reproductivo y adaptación a ambientes tropicales, y se han caracterizado genéticamente el peso a diferentes edades y la fertilidad. Estos estudios resaltan el valor de las razas criollas en programas integrales productivos y sostenibles de carne, leche y/o doble propósito basados principalmente en cruzamiento con razas especializadas, y han creado la necesidad de intensificar los programas de conservación y multiplicación de este ganado. Sin embargo, no se han evaluado en detalle la diversidad genética ni sus relaciones filogenéticas con otras razas comerciales del mundo.

Para llenar en parte este vacío, se inició un proceso de análisis genético de las razas criollas en un proyecto cooperativo entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y el Laboratorio de Genética Molecular de la Universidad de Antioquia (U de A), con la colaboración de la Universidad de Texas A & M (TAMU). Se incluyeron las siete razas reconocidas: Blanco Orejinegro (BON), Romosinuano®, Sanmartinero (S), Costeño con cuernos (CCC), Chino Santandereano (Ch), Hartón del Valle (H) y Casanareño (Ca) y además se incluyó el Cebú © como raza externa. Se utilizaron siete microsatélites (STR) con amplificación de los loci por PCR.

Se estudiaron parámetros de genética de poblaciones tales como frecuencias alélicas, heterocigosidad, desviaciones del equilibrio de Hardy-Weinberg, diversidad genética y construcción del árbol filogenético.

Se encontró que el grupo de razas criollas colombianas posee una buena diversidad genética,

mayor que en las razas *Bos taurus* europeas (5.2) y similar al hallado en criollos Africanos, Cebuínos Africanos y Cebuínos Asiáticos (9.0), pero menor que el reportado para las razas criollas españolas (10.0). (La heterocigosidad en promedio) observada fue de 0.52 con un rango de 0.25 a 0.96.

El árbol filogenético, construido con el programa Phylip y empleando la distancia de Nei (1972) y el algoritmo de neighbour-joining, agrupó las razas criollas BON, S, R, CCC y H, separándolas de C, Ch y Ca; estos resultados demuestran el acierto del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), de Corpoica y de la Secretaría de Agricultura del Valle en el manejo que le han dado a las razas criollas BON, S, R, CCC y H al mantenerlas aisladas como hatos puros, puesto que, de acuerdo con el árbol filogenético, estas cinco razas presentan menos mestizaje con C (no detectado en este estudio) que las razas Ca y Ch.

Actualmente se tienen criopreservados aproximadamente 120 embriones de las siete razas criollas, que harán parte del banco de germoplasma animal. También se obtuvo un mayor número de datos sobre la respuesta a los tratamientos superovulatorios con dosis altas y bajas de la hormona FSH, y se cuenta con avances importantes sobre el desarrollo de embriones bovinos *in vitro* (mórulas y blastocistos), cultivados bajo diferentes condiciones en células BRL y VERO, encontrándose porcentajes de desarrollo que fluctúan entre el 6.3 y el 8.4%.

Los resultados anteriores contribuirán, desde el

punto de vista científico, a los programas de mejoramiento genético y a la multiplicación del germoplasma, las cuales permitirán un mayor uso tanto de las razas criollas como de las más recientemente introducidas, aprovechando de manera más eficiente las características positivas del componente materno, con reducción de los costos de la tecnología de transferencia de embriones.

En cuanto a la caracterización genética molecular para el mejoramiento animal, se han logrado acu-

Con un sombrío adecuado se evita el estrés causado por el calor en el ganado doble propósito



mular alrededor de 300 muestras de material criopreservado de origen bovino para su análisis (DNA, leucocitos, fibroblastos). Con la utilización de marcadores moleculares, tipo microsatélite, se observó que de diez de estos, siete estuvieron presentes en los bovinos criollos colombianos, presentando diversos polimorfismos. Esta información contribuirá en el futuro al Banco Mundial del Genoma Bovino, permitiendo aumentar el potencial de uso productivo de nuestras razas criollas y mejorar las estrategias para su

conservación. La metodología empleada es aplicable también al reconocimiento rápido de características positivas de producción, calidad de la carne y leche y de adaptación al trópico, en procesos de selección del recurso genético bovino.

Los resultados de los avances preliminares sobre resistencia de las razas criollas (BON) a fiebre aftosa, analizada *in vitro* sobre 47 líneas de fibroblastos diferentes, sugieren una menor permisibilidad de éstos con respecto a la infección observada en células control BHK21. Esta información facilitará la selección futura de bovinos resistentes como estrategia alternativa de prevención, aplicable a ésta y otras enfermedades infecciosas en Colombia.

El uso indiscriminado de razas en los sistemas de producción del trópico, la falta de un balance real entre la oferta ambiental de las diferentes regiones y las demandas de los animales, obligan al desarrollo de estrategias de caracterización fisiológica de las diferentes razas bovinas del país, con énfasis en razas criollas, con el fin de determinar sus ventajas comparativas en relación con su ubicación en las diferentes regiones naturales y con la utilización de los recursos naturales disponibles.

Mediante parámetros fisiológicos relacionados con signos vitales (temperatura corporal, frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca), medidas bovinométricas (perímetro torácico, alzada a la cruz, alzada a la pelvis y peso corporal), función hemática (eritrocitos, hematocrito y hemoglobina), metabolismo energético (glucosa y colesterol), metabolismo proteico (proteínas totales, urea y albúmina), metabolismo mineral (calcio, fósforo, magnesio y cloro) y estado ácido-básico (pH, presión parcial de CO<sub>2</sub>, presión parcial de O<sub>2</sub> y Bicarbonato), se cuenta en la actualidad con la caracterización fisiológica parcial de las siguientes razas: Holstein, en las fases de neonato, predestete, púber y adulto; Sanmar-

tinero, en las fases de neonato, destete y adulto y Cebú, en las fases de neonato, destete y adulto. Esta caracterización se efectuó en los ecosistemas donde se encuentran dichas razas (Sabana de Bogotá, para la raza Holstein y los Llanos Orientales para las razas Sanmartinero y Cebú).

La relación armónica entre la dotación del recurso natural y las características del recurso animal disponible en el trópico, es esencial para elevar al máximo la producción de leche y carne. Los estudios del comportamiento fisiológico animal bajo diferentes ambientes, generan información valiosa para el diseño de estrategias de manejo racional de la explotación bovina en el trópico colombiano, que mejoren los índices de producción y productividad reduciendo el impacto negativo de los factores de estrés.

El estudio del efecto del estrés calórico sobre el comportamiento fisiológico de las diferentes razas existentes en el país, determinado por la variación producida en los principales parámetros fisiológicos bajo condiciones de temperatura y humedad, se está adelantando con el fin de identificar indicadores fisiológicos sensibles, que sirvan como predictores del efecto del estrés climático sobre la producción bovina. El propósito es identificar razas con ventajas de adaptación en ecosistemas de trópico bajo húmedo, seco y de trópico alto, y diseñar estrategias de manejo para aumentar el rendimiento de los diferentes grupos raciales.

La determinación de curvas de lactancia en vacas mestizas, es importante para diseñar estrategias de manejo de la alimentación en sistemas de doble propósito. En un estudio realizado en la Región Caribe, se encontró que el pico de producción de leche se presenta a los 64 días en vacas de primera lactancia; 46, en vacas de segunda y tercera lactancia y a los 38, en vacas de más de tres lactancias. Las producciones de leche máximas fueron de 4.4, 5.5 y 5.5 kg/vaca/

día, para vacas de primera, segunda y tercera lactancia, y de más de 3 lactancias, respectivamente. También se logró un mejor ajuste del modelo cuadrático al proceso biológico de la producción láctea de vacas mestizas. Los parámetros de la curva de lactancia y, especialmente, el pico de producción pueden ser útiles para seleccionar animales con características sobresalientes en la fase temprana de producción de leche.

La investigación en recursos forrajeros ha privilegiado la evaluación y selección de especies introducidas; sin embargo, el conocimiento y evaluación del potencial productivo de los recursos autóctonos es esencial para mejorar la sostenibilidad y la productividad de los sistemas de producción bovina del trópico.

En este contexto, y dada la importancia de la Orinoquia mal drenada en la producción de carne, se emprendió un estudio de la vegetación nativa de las sabanas de Arauca, incluyendo el inventario de las principales especies vegetales de este ecosistema y su caracterización botánica y nutritiva en las cuatro unidades fisiográficas.

Se identificaron 16 géneros de gramíneas, 12 de leguminosas, 5 de hoja ancha y de ciperáceas. De estos materiales, sobresalen, por su potencial forrajero y calidad nutritiva, seis géneros de gramínea: Axonopus, Panicum, Paspalum, Leersia, Parateria y Acroceras, y seis géneros de leguminosas: Aeschynomene, Centrosema, Calopogonium, Stylosanthes, Phaseolus y Desmodium.

Dentro de las zonas fisiográficas de las sabanas inundables, las banquetas producen la mayor cantidad de forraje, mientras que los esteros son los menos productivos a través del año. La producción de biomasa es mayor durante el período de transición invierno-verano.

La calidad nutritiva de muestras de forraje representativas de las especies halladas en cada posición fisiográfica, variaron sustancialmente en-

tre épocas. La mayor concentración de proteína se presenta en la transición verano-invierno y oscila entre 9.1 y 13.2%. En tanto que en el verano las concentraciones de proteína alcanzaron un máximo de 8.3%.

Una de las principales limitantes para el mejoramiento de praderas en el trópico la constituye la baja disponibilidad y calidad de la semilla de especies forrajeras y su alto costo en el mercado. Para contribuir a la solución de esta problemática, se desarrolló y entregó a los ganaderos de la Región Caribe (Valle del Cesar) y de los Valles Interandinos (Magdalena Medio Sur y Alto Magdalena) un sistema tecnológico para producción de semilla de alta calidad a nivel de finca, de las gramíneas Guinea, Angleton y Climacuna, y de la leguminosa *Clitoria ternatea*. Esta tecnología incluye estrategias de manejo agronómico de praderas para producción de semilla, optimización de los procesos de cosecha y poscosecha, y técnicas de evaluación de la calidad de la semilla. Las tecnologías probadas a nivel de empresa ganadera, permitieron producir semilla de mejor calidad y con costos inferiores a los del mercado.

En Colombia, la disponibilidad de forraje en las praderas está directamente relacionada con la distribución de la precipitación, lo cual determina estacionalidad en la producción de carne y leche, y afecta la rentabilidad de las empresas ganaderas.

Para ecosistemas de bosque seco tropical del Alto Magdalena, se generaron estrategias de manejo de praderas de colosuana y teatino a partir del estudio de la dinámica de crecimiento de las especies predominantes, de la composición botánica y de la respuesta animal a través de las épocas de lluvia y sequía. Se observó que en las praderas de teatino, las leguminosas nativas asociadas aportan hasta un 23% del forraje disponible durante la época de lluvias, mientras que en la época seca su participación se redujo al 10%.

Con un manejo adecuado de la carga animal, los animales en las praderas de teatino pueden ganar peso entre 319 y 588 g/día en la época de lluvias y de 113 a 378 g/día durante el verano. Por el contrario, en praderas de colosuana, que impiden el crecimiento de leguminosas en asocio, las ganancias de peso de los animales, durante la época de lluvias, oscilan entre 292 y 420 g/día, mientras que en verano los animales pierden peso.

Los resultados anteriores confirman la importancia de las leguminosas nativas en las praderas de trópico y la necesidad de continuar la investigación en estos recursos.

La eficiencia de la utilización de los forrajes por los bovinos en pastoreo, depende, fundamentalmente, de la composición química y la estructura del recurso y de la actividad de la población de microorganismos del rumen. Por esta razón, adquieren gran



relevancia los estudios del ecosistema ruminal de bovinos en sistemas de producción del trópico y, específicamente, la caracterización de bacterias y hongos con capacidad para degradar celulosa.

Se desarrollaron protocolos para el aislamiento y propagación de las principales bacterias celulolíticas ruminales, mediante la aplicación de la técnica modificada de Roll-tube y para la caracterización bioquímica de las bacterias, siguiendo los principios establecidos por el laboratorio de referencia del Virginia Polytechnic Institute. Se identificaron las cepas aisladas como *Ruminococcus albus* (c9438), *Ruminococcus flavefaciens* (c9439) y *Fibrobacter succinogenes* (c9431-9432-9433). Estudios ultraestructurales utilizando microscopía electrónica de transmisión (MET), confirmaron las características morfológicas de las cepas aisladas basadas en la ausencia o presencia de glicocalix y en el análisis de su conformación y espesor.

Estudios de microscopía electrónica orientados a definir el patrón de desarrollo, monocéntrico (endógeno o exógeno) o policéntrico (exógeno), y la identificación de la especie de los hongos ruminales aislados de bovinos colombianos, permitieron ampliar la información disponible en el banco de germoplasma de referencia para microorganismos del tracto digestivo de rumiantes en Colombia.

Con tecnologías desarrolladas se iniciaron la recuperación y conservación de la biodiversidad ruminal y el uso de estos recursos en innovaciones tecnológicas para el sector. La elaboración del pasaporte, que representa la ficha técnica de movilización y el registro de toda accesión microbiana al banco, incluye el sitio de aislamiento, la fuente, la fecha de recolección, la identificación, el medio de mantenimiento y el modo de conservación.

El banco de microorganismos anaerobios del rumen, inició su trabajo con material biológico de 10 cepas de bacterias celulolíticas del género *Fibrobacter* y de 10 de hongos ruminales del género *Neocallimastix* sp. y, en la actualidad, se ha incrementado en 30 cepas de bacterias ruminales (*Fibrobacter succinogenes* y *R. flavefaciens* y *R. albus*) y 50 cepas fungales que corresponden a *Neocallimastix* (10 cepas), *Orpinomyces joyonii* (4 cepas), *O. intercalaris* (5 cepas), *Piromyces communis* (4), *Ruminomyces elegans* (1), y a *Orpinomyces* sp (26).

Se estableció la cinética de crecimiento *in vitro* de bacterias ruminales aisladas de bovinos en pastoreo en dos ecosistemas de trópico bajo (Magdalena Alto y Piedemonte Llanero), se estandarizó la técnica para obtención de extractos enzimáticos crudos de bacterias celulolíticas ruminales y se midió la actividad enzimática utilizando carboximetilcelulosa como sustrato.

Con el fin de mejorar los sistemas de caracterización química de recursos alimenticios, se implementaron técnicas cromatográficas HPLC para cuantificar aminoácidos, técnicas enzimáticas para cuantificación selectiva de carbohidratos no estructurales, y el sistema de evaluación de carbohidratos y proteína neta de Cornell, con el cual es posible el fraccionamiento de las proteínas y de los carbohidratos con base en la composición química, las características físicas, la degradación microbial y las características de digestibilidad en el tracto posterior.



Con el propósito de ampliar la información sobre flujos de biomasa y valor nutricional de gramíneas, leguminosas, especies arbóreas y arbustivas, cereales, oleaginosas, fuentes de proteína animal, subproductos agroindustriales y residuos de cosecha, disponibles en el país para la alimentación de bovinos, se crearon y documentaron bases de datos para las regiones Caribe, Valles Interandinos, Orinoquia y Piedemonte Amazónico.

Esta información incluye la composición química (materia seca, fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), carbohidratos solubles, nitrógeno total, nitrógeno soluble, metabolitos secundarios) y la digestibilidad *in situ* de los diferentes recursos. A partir de estas bases de datos, se elaboró un “Manual de valor nutricional de recursos alimenticios colombianos” con módulos por regiones naturales, que contiene además de las tablas de composición y digestibilidad, una descripción biológica del recurso y recomendaciones para su procesamiento y utilización en alimentación de bovinos.

Estos productos se convierten en herramientas esenciales para asistentes técnicos y productores, en la formulación de sistemas de alimentación de bovinos ajustados a las condiciones locales de producción en diferentes regiones del país.

A partir de los trabajos de investigación en nutrición y alimentación de bovinos en empresas ganaderas de diferentes regiones del país, se elaboró la “Guía para la evaluación de la condición corporal de vacas en lactancia en sistemas de

producción de doble propósito”. Esta incluye una tabla de puntaje con base en la apreciación visual de cuatro áreas anatómicas estratégicas: apófisis transversas, fosa del ijar, vista posterior coxal-coxal y base de la cola, y un set de fotografías de referencia.

Paralelamente con la guía de condición corporal, se desarrollaron indicadores para evaluación de estado nutricional de vacas en lactancia a partir de las concentraciones de úrea en leche y plasma. Los valores de referencia generados, se presentan para grupos raciales específicos, niveles de producción de leche y diferentes condiciones climáticas, y de alimentación y manejo animal. Estos indicadores, asociados con la información sobre consumo y calidad de forrajes, permiten diseñar estrategias de suplementación ajustadas a las condiciones particulares de producción de empresas ganaderas del trópico bajo.

Con base en la información obtenida a nivel regional sobre la disponibilidad

de materias primas para alimentación de bovinos, se formularon núcleos proteínico-energéticos para la suplementación de vacas durante la primera fase de lactancia, en empresas ganaderas de la Región Caribe, Valles Interandinos y Orinoquia. Los núcleos tenían una concentración de nutrientes ajustada a las características del recurso forrajero disponible, especialmente en términos de proteína total (24.8%), proteína sobrepasante (40% de la proteína total) y energía neta para producción de leche (1.5 Mcal EN/kg).

El costo del núcleo fue 20% inferior al de suplementos comerciales disponibles, con respuestas en producción de leche de 1.2 kilogramo por ki-



Asociación gramínea - leguminosa

logramo de núcleo. La utilización del núcleo, redujo, igualmente, las pérdidas de peso de las vacas durante la primera fase de lactancia. Estos trabajos demostraron que es posible implementar estrategias de suplementación rentables en sistemas de producción de doble propósito, y aumentar la productividad de las empresas ganaderas del trópico bajo.

Durante la implementación de estas estrategias, destinadas a reducir el efecto de la estacionalidad en la producción de pastos por efecto del verano, se demostró en la faja litoral de la Región Caribe que el uso de ensilaje de millo blanco panoja larga es una alternativa forrajera viable para las ganaderías de la región. La producción total de forraje verde de este material alcanzó 65 toneladas/ha, y el costo de un kg de ensilaje fue de \$6.20. Este material superó en más de un 40% la producción de forraje de sorgos y maíces utilizados tradicionalmente en la región.

Con el mismo propósito de reducir el efecto del verano sobre la producción animal, en la subregión del Magdalena Medio Norte, se evaluó la utilización de mezclas de subproductos del procesamiento de la palma africana (lodos), subproductos agroindustriales (subproductos de molinería de arroz) y gallinaza en la dieta de bovinos en pastoreo. Se demostró que el suministro de estas mezclas de subproductos, disminuye las pérdidas de peso de los animales y mantiene niveles aceptables de producción de leche durante el verano. El costo promedio de la mezcla fue de \$140.00 kilogramo.

Los sistemas silvopastoriles se han identificado como una alternativa tecnológica para potenciar la capacidad de producción de forraje y de alimentos de alto valor nutritivo, al servicio de la producción bovina en los agroecosistemas donde están ubicadas las ganaderías. De otra parte, los sistemas silvopastoriles proveen de servicios ambientales que mitigan los efectos de los sistemas de producción bovina con base en la

diversificación de la cobertura vegetal y la generación de microambientes que contribuyen a recuperar la capacidad de resiliencia de los agroecosistemas, a través de la reincorporación de arbustivas y arbóreas en las áreas de pastoreo.

Los resultados principales en la investigación y desarrollo en sistemas silvopastoriles están enfocados en tres aspectos básicos:

Identificación de metabolitos secundarios presentes en el follaje y en frutos de arbóreas, particularmente saponinas, y la evaluación de su efecto sobre el balance proteína-energía en los nutrientes absorbidos a través del incremento del flujo de proteína de origen microbial y dietético al intestino delgado.

La incorporación de saponinas en la ración en niveles hasta de 8 mg de saponinas por kg de peso vivo, utilizando follaje de orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), payandé (*Pithecellobium lanceolatum*) y frutos de michú (*Sapindus saponaria*), redujo la población de protozoarios ciliados hasta 10% de la población inicial, lo cual incrementó la población de bacterias en dos órdenes de magnitud ( $10^8$ - $10^{10}$  /ml de líquido ruminal). Este aumento en el flujo de proteína bacteriana disminuye los requerimientos de suplementación con fuentes de proteína protegida.

Trabajos adelantados en el marco del Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería, han



confirmado la disponibilidad de recursos arbóreos con potencial forrajero presentes en los agroecosistemas colombianos, los cuales se convierten en alternativas para aumentar la oferta forrajera, particularmente en las praderas durante el período de verano, y disminuir las pérdidas de la capacidad productiva de los suelos en las zonas ganaderas. Corpoica considera el consumo voluntario como la variable más limitante en la producción bovina. Las investigaciones en este sentido han identificado varias especies arbóreas de alta palatabilidad y valor nutritivo en la zona de Plato (Magdalena). Se evaluó el consumo voluntario de guácimo, samán, iguá, jobo, y mora. En relación con una dieta que incluyó una graminea (*Brachiaria mutica*), los animales consumieron el 97, 80% y 44% del total de materia seca a partir de estas especies.

monitoreo de la suplementación de vacas con frutos de samán, práctica acostumbrada por varios productores en la Costa Atlántica, identificó que la suplementación con 200 g/d (aprox. 15% del total de materia seca consumida) se incrementó la tasa de crecimiento en 200 g/d. Los frutos se consumen enteros, forma ofrecida tradicionalmente por los ganaderos, o macerados. El macerado aumenta la concentración de proteína en el suplemento, toda vez que la testa de las semillas es muy dura para ser triturada en la masticación. La maceración elevó el consumo voluntario y la respuesta animal al ser comparada con la oferta del fruto sin macerar.

La reproducción es uno de los factores fisiológicos más sensibles a la falta de adaptación, y el primero que se afecta en las razas especializa-



Utilización estratégica de frutos de leguminosas arbóreas: los frutos de leguminosas arbóreas como samán (*Pithecelobium saman*), trupillo (*Prosopis juliflora*), aramo (*Acacia farnesiana*) y orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), son fuentes de alta concentración de azúcares (45% MS) y niveles medios de proteína (17% M.S.), los cuales se producen en el período de verano. El

das *Bos taurus* de reciente introducción al trópico colombiano. De otra parte, es el que más contribuye a la rentabilidad del hato bovino. Cualquier incremento en el porcentaje de la natalidad bovina, es, desde el punto de vista económico, cinco veces más rentable que uno en la ganancia diaria de peso corporal y 10 veces más rentable que el obtenido en el rendimiento de la canal.

Se desarrolló y entregó un protocolo para la selección del toro reproductor por fertilidad, que comprende una evaluación de campo (evaluación de la agresividad sexual del macho - libido), y una evaluación a nivel de laboratorio (sanitaria, calidad del semen y fertilidad del semen - reacción acrosómica). Se demuestra el efecto benéfico de la sombra sobre la calidad y el volumen del semen de los toros, hecho este que debe tenerse en cuenta si se quiere contribuir a mejorar la eficiencia reproductiva de los mismos. El protocolo contiene una escala de valores para cada factor evaluado, permitiendo seleccionar el animal por puntaje total.

En la validación de técnicas para reducir el anestro posparto de la hembra bovina, se desarrollaron y entregaron dos protocolos para el manejo de la hembra con el fin de reducir el anestro posparto, los cuales se encuentran en su fase de validación. Los métodos para reducir el anestro posparto son el de amamantamiento restringido y el de interrupción temporal del amamantamiento. Con el primer método se incrementó la presencia de vacas en celo en 33% y el porcentaje de preñez en 12.5%; mientras que con el segundo, el porcentaje de preñez se aumentó en 19%.

A partir de los estudios de bioecología y dinámica poblacional de parásitos en los sistemas de producción del trópico bajo, se han establecido en empresas ganaderas de las diferentes regiones naturales, esquemas para el manejo integrado de parásitos gastrointestinales, garrapatas y moscas.

Mediante un enfoque integral del manejo de la problemática del recién nacido, se han desarrollado estrategias de prevención y control de enfermedades, que han mejorado la viabilidad y sobrevivencia de los terneros desde el nacimiento hasta el destete.

Las tecnologías desarrolladas incluyen el diseño de protocolos de fácil aplicación a nivel de

empresa ganadera, para el manejo sanitario, nutricional, ambiental y clínico de terneros en sistemas de producción de carne y leche en el trópico bajo. Se incluyen técnicas para evaluación de viabilidad de neonatos, para estimación del estado inmune del recién nacido, y para la cuantificación de la calidad del calostro.

La aplicación de estas tecnologías han reducido las tasas de mortalidad de terneros a menos del 5% y la presentación de animales enfermos a menos del 20%, en fincas de productores de diferentes regiones del país, y por lo tanto, disminuyeron los costos y mejoraron la rentabilidad de estas explotaciones.

Se realizó el muestreo serológico de más de 6.000 bovinos en 264 empresas ganaderas localizadas en siete subregiones del Caribe, Valles Interandinos y Orinoquia. Los análisis actualmente en proceso harán posible establecer la prevalencia de brucelosis, leptospirosis, leucosis, DVB e IBR, por subregiones, sistemas de producción y grupos étnicos.

La implementación del Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana, permitió un acercamiento real entre el sector de ciencia y tecnología a través de Corpoica-Colciencias y del sector productivo a través de FEDEGAN-FNG. Los grandes componentes de investigación (ajuste y validación) y de transferencia de tecnología se orientan a resolver la problemática identificada por productores, asistentes técnicos, investigadores y otros agentes de la cadena agroindustrial de cárnicos y lácteos.

Mediante un sistema de innovación tecnológica, el Plan mejoró los índices reproductivos y de producción de carne y leche, redujo el efecto de la estacionalidad de la producción, contribuyó a la sostenibilidad de los sistemas de producción ganaderos y mejoró la competitividad de la producción de carne y leche bovina en regiones específicas.



El sistema de gestión, incluye la participación de organizaciones e instituciones de los sectores público y privado en la planificación, financiación, ejecución y seguimiento de las actividades de investigación, transferencia y mercadeo de tecnología.

El Plan ha hecho posible visualizar estrategias para la especialización de agentes tecnológicos en función de capacidades gremiales y comerciales, y de sus ventajas comparativas; organizar redes por producto o por área de desarrollo tecnológico, fortalecer la participación de los diferentes agentes de la cadena, y focalizar acciones en las regiones de importancia actual o de mayor potencial para el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles.

Los principales resultados de los 11 proyectos de investigación y de la implementación de productos y procesos tecnológicos en empresas ganaderas de las regiones Caribe, Valles Interandinos, Orinoquia y Piedemonte Amazónico,



El cogollo de caña ensilado es una alternativa para la ceba de bovinos

se divulgaron a través de talleres y seminarios en el presente año.

## ESPECIES MENORES

La investigación y transferencia de tecnología realizada por Corpoica en especies menores ha ocupado un lugar destacado dentro del conjunto de proyectos pecuarios en las diferentes zonas agroecológicas del país.

La importancia socioeconómica de especies como aves, cerdos, ovinos, caprinos, conejos, curíes y abejas tienen sistemas de producción, únicos o asociados, a otras especies agrícolas y pecuarias que permiten a los productores realizar un aporte fundamental a la producción agropecuaria del país, mediante el uso de diversas estrategias de alimentación y producción.

Son varias las causas que en forma integrada influyen en la productividad y sostenibilidad de estos sistemas, como son la disponibilidad, los altos costos y la poca racionalidad en el uso de fuentes alimenticias, limitaciones en aspectos sanitarios, prácticas de manejo inadecuadas y restricciones en el acceso y uso de algunas tecnologías en investigación y transferencia, las cuales ocupan áreas especiales en investigación y transferencia de tecnología en la agenda de Corpoica.

La importancia socioeconómica de las especies menores, ubica la producción de cerdos y aves como una actividad fundamental respecto a la disponibilidad de recursos que se emplean para generar los volúmenes de productos que anualmente entran al consumo de la población colombiana: 616 toneladas de carne de pollo, 7.400 millones de huevos y 55.000 toneladas de carne de cerdo, son prueba de ello.

De otra parte, la producción en pequeña y mediana escala de las especies ovina, caprina,

cunícola y apícola tienen un gran peso en la economía del nivel campesino con una participación en el valor de la producción agropecuaria cercana al 1.5 %.

La actividad avícola comercial constituye el subsector pecuario de mayor evolución en cuanto a eficiencia productiva, alcanzando los mismos niveles que se observan en países desarrollados. Participa con un 13% del valor de la producción agropecuaria, absorben un 68% del total de la producción nacional de alimentos concentrados, y generan cerca de 170.000 empleos directos y unos 500.000 empleos indirectos.

Con un inventario de porcinos cercano a los 2.500.000, el número de productores asociados, se estima en 320.000; el 82% del total de estos animales se produce en granjas de menos de 50 cerdos, el 7% en aquellas cuya capacidad está entre 50 y 500 cerdos y un 10% del inventario se maneja en sistemas intensivos con capacidad mayor a 500 animales.

La competitividad de las principales especies menores (aves, cerdos), depende de la solución de los problemas y limitantes de productividad y de la calidad del producto dentro de la cadena productiva.

Las principales restricciones que presenta este tipo de sistemas hacen referencia a las necesidades para un comportamiento adecuado de los animales, el bienestar de los animales, la contaminación ambiental, y la prevención y control de enfermedades de origen bacterial y viral, área crítica en la explotación intensiva de aves y cerdos.

Este escenario de producción intensiva contrasta con el de las unidades productivas de pequeños productores que mantienen bovinos, rumiantes menores (ovinos, caprinos), cerdos, aves y conejos, en donde se identifica competencia entre componentes, como proveedor de alimentos para la familia y el mercado (vegetales y anima-

les) y la disponibilidad de área para cultivos y la competencia por espacio y por mano de obra.

Como resultados de la investigación y transferencia de tecnología en especies menores, se tienen:

## Porcinos

La implementación y adaptación de metodologías de caracterización de sistemas en la producción porcina de Cundinamarca, Boyacá, Meta, Caldas, Quindío y Risaralda, permitió analizar en aspectos técnicos, económicos y socioculturales, la forma cómo se desarrolla la producción y comercialización de esta actividad, con el objeto de conocer las zonas especializadas de producción porcina, los sistemas modales de producción, las relaciones de intercambio con el sector agroindustrial y las limitaciones y alternativas tecnológicas para el desarrollo de las mismas.

En este tipo de sistemas, el alimento representa el mayor costo de producción (aproximadamente el 75-78% del total de los costos de producción). Dada su importancia, se le han dedicado grandes esfuerzos en aspectos de evaluación y



caracterización nutricional de materias primas no convencionales, entre las que se pueden mencionar la caña, el melote y las vinazas.

Igualmente, su mezcla con materias primas convencionales y el uso en núcleos proteicos (grano y torta de soya) ha hecho posible en algunas regiones como el occidente de Cundinamarca, Valle del Cauca, Antioquía y Santanderes, transferir y ajustar sistemas de alimentación para el mejoramiento de la productividad en estos sistemas y la reducción de costos por alimentación. En Cundinamarca, con el uso del melote (cachaza deshidratada), como suplemento proteico, se obtuvieron ganancias de peso de 630 gramos por día en las fases de levante y ceba, mientras que con el uso del jugo de caña fresco las ganancias fueron superiores a 500 gramos/día en el eje cafetero y en la zona panelera de Antioquia, lo cual redujo los costos por alimentación entre 35 y 37% comparado con las fuentes comerciales.

Las variedades regionales de bore amarillo se caracterizaron a nivel nutricional y se evaluaron en diferentes etapas de producción porcina en la Provincia del Sumapaz, en Cundinamarca, lo cual hizo posible, reemplazar hasta en un 50% el uso de concentrado comercial en la fase de gestación, equivalente a una reducción del 34% en los costos de alimentación con respecto a los sistemas intensivos de uso de alimento concentrado comercial.

La aplicación indiscriminada de antibióticos durante procesos inflamatorios del sistema genito urinario en cerdas, originó un estudio en el norte de Antioquia, en el cual se aislaron diferentes microorganismos causantes de esta patología. Se encontró alta incidencia de la bacteria *Escherichia coli* en el 90% de las granjas. Todas las bacterias aisladas presentaron altos niveles de resistencia a penicilinas, lincomisinas, furaltadona y tetraciclinas, entre otras; así mismo, se demostró que la prueba de sensibilidad constituye una práctica rápida y necesaria

en la evaluación y selección de los antibióticos por utilizar.

Corpoica, en su afán por mejorar los diagnósticos de las principales enfermedades que afectan la especie porcina (parvovirus, leptospirosis), se ha preocupado por la estandarización de una metodología diagnóstica, complementaria a la evaluación inmunológica en peste porcina clásica

## Aves

El estudio de las relaciones fibra - grasa en la dieta de pollos de engorde de 1 a 49 días de nacidos, mostró que cuando ésta es de 6.5% de fibra y 9% de grasa (aceite de palma), constituye la mejor alternativa para mejorar el incremento del peso y la conversión alimenticia y la calidad de la grasa para consumo humano.

Mediante el uso de electrolitos en pollos de engorde, en especial, con el suministro de iones de potasio, se logró disminuir la mortalidad y la incidencia de edema aviar y se aumentó la ganancia de peso por cada animal.

Al utilizar una combinación de 70 :30 cebolla - limón, suministrada en el agua de bebida en con-



centraciones del 2% durante la fase de cría, y del 3% en la de ceba, ésta actuó como promotor del crecimiento, aumentando el peso y mejorando la conversión alimenticia en pollos de engorde.

Con el uso de soya integral, cocida o tostada, entre los 28 y 49 días, en pollos utilizados en los asaderos, se logran mejores parámetros productivos y económicos. Niveles de reemplazo de 25, 50 y 100% de torta de soya por soya integral en dietas para pollos de engorde, producen mayores aumentos de peso, mejor conversión alimenticia y mayor relación de eficiencia.

La proteína, con base en aminoácidos en dietas elaboradas con fuentes no convencionales de energía (azúcar, harina de plátano, harina de yuca) para pollos de engorde (1 a 42 días de edad), se traduce en una mejor utilización de los nutrientes, y en un mayor beneficio económico.

En la evaluación de diferentes dietas para gallinas semipesadas en la primera fase de postura (20-42 semanas), en el Valle del Cauca, la mejor alternativa fue la compuesta por sorgo, arroz paddy, harina de yuca, mogolla de trigo y torta de soya, con énfasis en la calidad de la energía suplementaria (aceites o grasas empleadas); con ésto se logró aumentar la producción, el peso del huevo y se mejoró la conversión alimenticia.

La formulación de regímenes alimenticios en sistemas de producción de pequeña escala, basados en 60 gramos de maíz molido, 30 gramos de afrecho de yuca, 30 gramos de harina de plátano y 28 gramos de lombriz fresca/gallina/día, aumentaron los rendimientos productivos (producción de huevos, tipo y peso de huevos).

Las ponedoras en pastoreo, alimentadas con subproductos de yuca (ripio) y plátano (harina), con acceso a lombriz roja californiana fresca, produjeron huevos más pesados y mejoraron la conversión alimenticia.

La búsqueda de alternativas energéticas más económicas en zonas agroecológicas de trópico de altura facilitó la evaluación en Cundinamarca de variedades de cebadas cubiertas y desnudas como el cereal de mayores ventajas de producción de biomasa. Durante este período se identificaron nueve variedades cuya composición química proximal, evaluación de factores antinutricionales, disponibilidad de aminoácidos y niveles de energía metabolizable las hacen aparecer como promisorias en las zonas tradicionales de producción de cebada, y como cultivo alternativo en la fabricación de alimentos comerciales.

Con el suministro de alimento en migajas a pollitas semipesadas, se obtiene un mayor peso a las 18 semanas de edad, aspecto importante dada su relación con la fase de postura.

La evaluación de desinfectantes en plantas de incubación, hizo posible concluir que los sistemas tradicionales de desinfección ocasionan daños al sistema respiratorio y en la piel del pollo recién nacido, en relación directa con la concentración de formol, para la cual se deben cambiar los desinfectantes o disminuir esta concentración.

## Ovinos - Caprinos

La carne caprina tiene excelentes expectativas en los mercados de Centroamérica y el Caribe, para lo cual es necesario fortalecer la productividad, los costos y la calidad, estabilizar la oferta y producir carnes con bajos contenidos grasos, cortes y presentación. También es pertinente desarrollar la cadena agroindustrial para tener presencia en los mercados de piel, leche y carnes embutidas. En zonas agroecológicas del litoral Atlántico, Santanderes y centro del país, estas especies representan ingresos adicionales en diferentes sistemas de producción.





Cabe destacar la identificación, colección y clasificación realizada para conocer el potencial forrajero de la vegetación nativa arbórea, arbustiva y de cobertura consumidas por los rumiantes en la Guajira en donde se identificaron 51 especies nativas apetecidas en pastoreo, de las cuales se caracterizó el contenido de sus principales nutrientes. El follaje de plantas nativas presenta pequeñas variaciones estacionales en su contenido de nutrientes.

El tiempo promedio requerido por las cabras en pastoreo para obtener alimento fue de 7h 33. Sus actividades fueron distribuidas en términos porcentuales de la siguiente forma: pastoreo (55.3), caminando sin comer (8.7), ramoneo de arbustos (9.7), de pie rumiando (6.6), postrada rumiando (6.3), postrada sin rumiar (4.5), de pie sin rumiar y sin comer (3.9), bebiendo agua (0.2), posición bípeda (0.3), parada sin comer (4.3) romanco de corteza (0.2).