



Memorias

La genética y el vivero en la productividad forestal

Auditorio Gerardo Molina, Universidad Nacional de Medellín
Medellín, julio 12 y 13 de 2023

1. Justificación

Según el último reporte del “El Estado de los Bosques en el Mundo” publicado por la FAO (2022), aproximadamente una tercera parte de la humanidad tiene una estrecha dependencia de los bosques y productos forestales. Los bosques cubren el 31% de la superficie terrestre, pero el área se está reduciendo por la continua deforestación; si bien la tasa de deforestación ha disminuido, la pérdida de bosques fue de cerca de 10 millones de ha por año en el periodo 2015-2020. Por su parte, se estima que los bosques plantados cubren aproximadamente 294 millones de ha (7% de la superficie forestal mundial), superficie que aumentó a una tasa de poco menos del 1% anual en 2015-2020, frente a la de 1,4% anual en 2010-2015.

En el mismo reporte se estima que la demanda de madera redonda en el mundo para el año 2050 se incrementará en un 240%, lo cual requiere de manera urgente, entre otras, la implementación de prácticas que incrementen la productividad forestal. El uso de la bioenergía, como un componente clave de la matriz de transición energética, demanda significativas cantidades de biomasa y cada vez toma más importancia dentro del propósito de las emisiones netas cero. En este orden de ideas, el material vegetal a plantar deberá presentar los mejores estándares de calidad, tanto genéticos como morfológicos, que garanticen óptimos resultados bajo una adecuada silvicultura.

Los programas de mejoramiento genético permiten identificar los mejores genotipos, los cuales, con un manejo apropiado trazan el camino para alcanzar ganancias en materia de productividad y calidad del producto final. Con las técnicas de propagación y sanidad forestal aplicadas en el vivero se logra la producción y replicación de tales materiales vegetales con los estándares de calidad requeridos, en los cuales se expresan los criterios de selección y grado de mejoramiento. El uso de materiales genéticos mejorados garantiza una mayor productividad y mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades, y finalmente la producción de materias primas para la elaboración de productos con los atributos deseables para los mercados, que con una alta probabilidad conducirán al éxito de la inversión en un proyecto forestal.

ORGANIZAN



Por todo lo anterior, es importante abrir espacios que permitan conocer los avances que en materia forestal se han alcanzado en las áreas de genética y propagación, y propender por extender su aplicación en Colombia.

Finalmente, dada la baja frecuencia con que se realizan este tipo de eventos en el país y la calificación académica y científica de los expositores, no hay duda de que este simposio será una magnífica oportunidad para que los asistentes se actualicen y adquieran nuevos conocimientos y perspectivas sobre estos temas.

2. Objetivo general

Comprender la importancia que tienen la genética, la sanidad y el vivero dentro de los programas de mejoramiento forestal y el aumento de su productividad a costos competitivos.

3. Objetivos específicos

- a) Entender el concepto y el alcance de la generación de valor de los programas de mejoramiento genético,
- b) Presentar el vivero como unidad altamente especializada y determinante dentro de los procesos de producción de materiales de calidad,
- c) Comprender la importancia de los programas de sanidad forestal en los procesos de mejoramiento y en los viveros,
- d) Conocer las normas y requisitos para los procesos de importación de material vegetal forestal,
- e) Presentar casos exitosos en donde se integran los programas de mejoramiento genético y las buenas prácticas de producción de plántulas con significativos incrementos de productividad,
- f) Conocer un caso de vivero para la propagación de especies nativas.

4. Temas

- a) Genética forestal,
- b) Programas de mejoramiento genético,
- c) Selección, establecimiento y manejo de rodales y huertos semilleros,
- d) La sanidad forestal en los procesos de mejoramiento y en viveros,
- e) Sistemas sostenibles de producción de plantas en vivero,
- f) Mejoramiento genético y retorno financiero,
- g) Normatividad en los procesos de importación de recursos genéticos,
- h) Casos de mejoramiento genético y mercados,
- i) Viveros en la producción de especies nativas.

5. Conferencias

5.1. La genética forestal y su impacto en la productividad

Juan José Acosta J., Ph.D.

5.2. La selección genómica en el mejoramiento genético

Luis Fernando Osorio A., Ph.D.

5.3. Selección, establecimiento y manejo de huertos y rodales semilleros

Nohra Isaza P., M.Sc.

5.4. Determinantes para mejorar las tasas de germinación de semillas de especies nativas en el bosque seco tropical

Bernabé Bustamante V., Ing.

5.5. Sanidad forestal en programas de mejoramiento y en viveros forestales

Carlos Alberto Rodas P., Ph.D.

5.6. Hacia sistemas sostenibles en la producción de plantas en viveros

Carlos Mario Jiménez P., Ing.

5.7. Mejoramiento genético y retorno financiero

Rafael de la Torre, Ph.D. / Juan Luis López, Ph.D.

5.8. Casos exitosos que integran el mejoramiento genético y la propagación

5.8.1 Smurfit Kappa Colombia, Marcela Zapata, Ph.D.

5.8.2 University of Florida, Luis Fernando Osorio A., Ph.D.

5.9. Viveros en la producción de especies nativas

Juan Manuel Cardona G., M.Sc.

5.10. Normatividad, requisitos y procesos de importación de material vegetal y recursos genéticos en Colombia

Víctor M. Nieto, M.Sc.

5.11. Casos exitosos que integran el mejoramiento genético y la propagación

5.11.1 ArborGen, Rafael de la Torre, Ph.D.

5.11.2 Refocosta, Carlos Andrés López, M.Sc.

5.11.3 Reforestadora Integral de Antioquia, Francisco Paniagua, Ing.

6. Resúmenes

1. La genética forestal y su impacto en la productividad

Juan José Acosta J., Ph.D.

El mejoramiento genético Forestal es una ciencia relativamente nueva, que comenzó hace aproximadamente 200 años cuando los silvicultores se dieron cuenta de que semillas de la misma especie, colectada en diferentes zonas geográficas, crecían heterogéneamente cuando se plantaban en un ambiente común. Muchos avances se han realizado desde entonces. Actualmente, el énfasis principal de los programas de mejoramiento genético forestal globales ha sido seleccionar y recombinar individuos para mejorar volumen y forma del tallo, calidad de madera y resistencia a plagas y enfermedades.

En la presentación, se describen conceptos básicos de la genética forestal, se introduce el ciclo de mejoramiento genético y su interacción con los diferentes procesos productivos forestales, se presenta una perspectiva de mediano y largo plazo para dichos programas. Adicionalmente, se exponen algunos ejemplos prácticos globales que reflejan el impacto de la ganancia genética en la productividad.

2. Selección genómica en el mejoramiento genético

Luis Fernando Osorio A., Ph.D.

El desarrollo de genotipado de alto rendimiento, los nuevos métodos moleculares y los avances estadísticos y computacionales han revolucionado el mejoramiento genético de especies vegetales y animales en las dos últimas décadas. El uso de la predicción genómica de rasgos complejos ha contribuido de una manera significativa al incremento de las ganancias genéticas, en los programas de mejoramiento de especies animales y vegetales.

El objetivo de esta presentación es describir el proceso, los métodos y los modelos comúnmente utilizados en la selección genómica. Además, describir los métodos de validación de las predicciones, bajo los posibles escenarios que los mejoradores encuentran en sus respectivos programas de mejoramiento. Se presentan algunos ejemplos de la aplicación de la selección genómica en el sector forestal.

3. Selección, Montaje y Manejo de Rodales y Huertos Semilleros

Nhora Isaza P., M.Sc.

El establecimiento de rodales y huertos semilleros es una práctica fundamental en la producción de plantas y semillas de alta calidad genética. Este proceso implica no solo la selección adecuada de las procedencias, las especies y los árboles superiores en poblaciones naturales, plantaciones comerciales o ensayos genéticos, y también en el montaje de los rodales y huertos.

El objetivo de esta conferencia es presentar una guía práctica para la selección, montaje y manejo de rodales y huertos semilleros, con el fin de maximizar la producción y la calidad de las semillas. Se describen los criterios de selección de los árboles superiores, así como las técnicas de montaje y preparación del suelo. Además, se discuten las prácticas culturales de manejo, como la re-fertilización, control de malezas, polinización suplementaria manual, cruces controlados, riego y el control fitosanitario.

Finalmente, se destacan algunas consideraciones importantes para la cosecha, el procesamiento y el almacenamiento de las semillas. Esta guía basada en la experiencia adquirida en Colombia e Indonesia es una herramienta útil para los productores que deseen mejorar la calidad genética y la cantidad de sus semillas y así sustituir la importación de semillas, que además de ser costosa, pueden no ser genéticamente mejoradas, y contribuir a la conservación de la diversidad genética de las especies.

4. Sanidad forestal en programas de mejoramiento y viveros forestales

Carlos A. Rodas P., Ph.D.

La reforestación en Colombia con fines comerciales se inició en la década de los 40's con especies introducidas de *Pinus* y *Eucalyptus*, estas especies a través del tiempo han registrado plagas y enfermedades locales y foráneas que representan una seria amenaza para su productividad.

Los proyectos forestales deben considerar como componentes importantes, una adecuada selección genética de especies, una apropiada oferta ambiental y un acertado manejo silvicultural. Sin embargo, si se carece del conocimiento acerca de la sanidad, difícilmente se podrán conseguir los rendimientos esperados de la productividad forestal.

Como complemento, los viveros juegan un rol importante en el desarrollo de la actividad forestal, porque es allí donde debe iniciarse un plan bien estructurado de

prevención y manejo fitosanitario, que garantice a largo plazo un programa de sanidad donde se protejan los bosques plantados mediante estrictas medidas de vigilancia, monitoreo y un buen manejo de plagas y enfermedades, que representen un riesgo para las plantaciones forestales en Colombia.

5. Hacia un modelo sostenible en la producción de plantas en viveros

Carlos Mario Jiménez P. Ing.

Una nueva concepción del vivero puede ser entendida como aquel lugar donde se propaga la vida para buscar allí plantas que nos protejan y conserven, que nos proporcionen alimentos, que generen productos a partir de la producción de madera. Para ver también la belleza de la naturaleza en las flores que se llegan a formar, ornamentar nuestros ambientes. Son las fábricas de la vida y del futuro bienestar. Pero en su proceso muchas veces van en contravía de sus objetivos al contaminar el ambiente con el plástico, los agroquímicos, la contaminación del suelo y sus aguas.

Concebimos un vivero sostenible como aquel que aplica prácticas y tecnologías que le permiten reducir sus impactos ambientales, buscando el bienestar social de la comunidad en general y ser económicamente viable, produciendo plantas de calidad. La necesidad de producir plántulas bajo un modelo de sostenibilidad nace de la sociedad misma que empieza a demandar procesos basados en el desarrollo sostenible. El mercado forestal no solo requiere plantas de calidad, sino que provengan de una producción sostenible donde la trazabilidad se observe en la aplicación de buenas prácticas.

Un modelo sostenible en la producción de plantas debe considerar entre otras la aplicación y desarrollo de las siguientes estrategias: 1) Reducción del plástico e implementación del uso de contenedores biodegradables, 2) Uso de sustratos a partir de subproductos industriales, 3) Uso racional del agua, 4) Fertilización adecuada, 5) Uso de energías renovables, 6) Manejo integrado de plagas y enfermedades, 7) Adecuado manejo de residuos, 8) Condiciones laborales acorde con la normatividad y 8) Viabilidad económica. Adoptar estas prácticas y recomendaciones en una propuesta de modelo sostenible para los viveros, ya sea por convicción o por un proceso de certificación, no solo contribuiría a mitigar en parte el problema de la contaminación y ayudaría a trazar una ruta sostenible en los nuevos modelos de negocios para los viveros y la producción de plantas.

6. Mejoramiento genético y retorno financiero

Por Rafael de la Torre, Ph.D.

¿Cómo están cambiando los rendimientos biológicos y económicos de los bosques industriales en un mercado donde la demanda por fibras, madera sólida, energía renovable y sostenible, y los servicios ecosistémicos están aumentando? Una respuesta a esta demanda es la genética superior asociada a la silvicultura intensiva como herramienta importante para alcanzar alta productividad y rendimientos financieros competitivos en un ambiente de precios estancados y decrecientes de la madera.

Dentro de los postulados ampliamente aceptados de que las inversiones en bosques cultivados mitigan la volatilidad de los portafolios de inversión y superan otros activos alternativos de similar riesgo, esta sección revisa los conceptos financieros básicos, ilustra el uso práctico de estas herramientas y discute criterios financieros para entender la naturaleza de este tipo de activos y su correcta valoración. Énfasis en el análisis marginal (costo adicional e ingresos adicionales asociados al mejoramiento genético) y casos de estudio en Sudáfrica, Colombia, Brasil y Estados Unidos son presentados desde la perspectiva del molino y desde la del reforestador independiente con diferentes objetivos de producción.

7. Casos exitosos que integran el mejoramiento genético y la propagación

7.1 Smurfit Kappa Colombia. Del huerto semillero a la solución creativa de empaques sostenibles

Marcela Zapata, Ph.D.

Smurfit Kappa es uno de los mayores productores de empaques a base de papel a nivel mundial y en Colombia tenemos un manejo integral de nuestro sistema productivo. Este parte de la operación forestal, la recolección de material reciclable y la fabricación de productos, con los cuales garantizamos a los clientes soluciones de empaque sostenibles.

La División Forestal de Smurfit Kappa en Colombia (SKC), tiene por objetivo establecer, manejar y cosechar plantaciones con especies que le aseguren una fuente sostenible de madera para producir competitivamente pulpa, papeles y cartones, obteniendo la mayor productividad de manera sostenible. SKC ha desarrollado un programa de investigación continuo y sistemático para mantener y mejorar la productividad de los sitios, identificando las especies y sistemas



silviculturales apropiados, que le permitan aumentar el rendimiento de las plantaciones en armonía con la protección ambiental.

En 1969 inicia su operación forestal con el establecimiento de arboretums para determinar especies aptas desde el punto de vista de crecimiento, adaptabilidad, calidad de fibra y rendimiento en pulpa. Se ensayaron especies nativas como introducidas y se establecieron las primeras plantaciones comerciales con pinos subtropicales y en 1979 con eucaliptos.

A partir de 1984, se inició el blanqueo de pulpas para papeles de imprenta y escritura, utilizando materias primas 100% nacionales. Igualmente, desde 1995, la madera para la producción de pulpas es 100% de pinos y eucaliptos provenientes de plantaciones forestales mejoradas genéticamente y con un programa permanente de prevención y control de plagas y enfermedades forestales para proteger la sanidad, productividad y sostenibilidad de sus bosques y el entorno.

7.2 Selección genómica en el programa de mejoramiento genético de fresas de la Universidad de la Florida

Luis Fernando Osorio A., Ph.D.

La producción de fresas en los Estados Unidos ha ido en aumento en las últimas dos décadas con el fin de satisfacer la demanda local. Esta ha sido apoyada por múltiples programas públicos de mejoramiento genético, entre los cuales se destacan la Universidad de la Florida y la Universidad de California, y los programas privados de Driscoll's, Dole y Planasa.

El objetivo de esta presentación es describir brevemente el cultivo de la fresa, su ciclo de mejoramiento y la selección asistida por marcadores genéticos (SAM), para el control de enfermedades y características cualitativas. Se hace énfasis en el programa de selección genómica (SG), y se presentan ejemplos de su aplicación y las ventajas que esta representa para el programa de mejoramiento genético.

8. Viveros en la producción de especies nativas

Juan Manuel Cardona G., M.Sc.

Existe un renovado interés en la producción masiva de especies forestales nativas domesticadas. Dada la gran cantidad de especies posibles en un país mega biodiverso como Colombia, se presentan algunas experiencias y lecciones

ORGANIZAN





aprendidas para la propagación de especies forestales nativas con miras a su domesticación, mejoramiento y propagación masiva.

Entre los temas tratados están la selección de las fuentes semilleras, contenedores, sustratos, nutrición y el manejo en vivero de especies forestales nativas con énfasis en la Orinoquia colombiana. Se habla sobre casos especiales como especies calcifugas, palmas y otras no convencionales.

9. Normatividad, requisitos y procesos de importación de material vegetal y recursos genéticos en Colombia

Víctor M. Nieto, M.Sc.

Se pretende discutir cuales son los principios básicos de la mejora genética, la diversidad y el acceso a los recursos genéticos como base de interpretación de que acciones se han hecho y se deberían hacer para lograr aumentar la disponibilidad de material propagativo para emprender programas de reforestación.

La conceptualización de regiones reforestables con plantaciones forestales productivas ha sido la base de uso de los recursos genéticos, sin tener en cuenta las posibilidades de nuevos materiales resultado de la investigación la ciencia y la tecnología. Dado es que este conocimiento hoy en día no es fácil ni rápidamente accesible localmente, se propone una estrategia de enriquecimiento rápida y efectiva, si los procesos de transferencia del conocimiento se dan como debe ser.

Muchos países han desarrollado esta conciencia hacia bancos de recursos genéticos enriquecidos desde las regiones de origen de las especies como punto de partida de la mejora genética. La tarea es entonces concientizar a los tomadores decisiones desde gobierno y empresa privada para que bajo conceptos científicos y técnicos operativos se convierta en un propósito romper las barreras aduaneras, sanitarias, fiscales y conceptuales para que trabajando agrupadamente sea posible aumentar las ganancias en crecimiento y rendimiento de las principales especies con potencial reforestador.

ORGANIZAN



10. Casos exitosos que integran el mejoramiento genético y la propagación

10.1 Arbogen

Rafael de la Torre, Ph.D.

Las plantaciones comerciales forestales son inversiones orientadas a generar ganancias económicas sostenibles a través de las mejores prácticas de manejo. Alta productividad y competitividad se logra combinando: silvicultura, genética y reducción de riesgos.

El mejoramiento de árboles, con diversos sistemas de selección y propagación y un apropiado manejo de los riesgos ambientales (físicos y biológicos), políticos (regulaciones, estabilidad y estímulos) y financieros (costo de capital y mercados), hacen posible la creación de valor y riqueza a través de la reforestación industrial.

Hoy día con las opciones de plantación que tienen los reforestadores usando la mejor genética para cultivar árboles con significativa ganancia en volumen, reducción de defectos y resistencia a enfermedades, y destinados a mercados específicos, pueden alcanzar rentabilidades superiores al 50% y 100% comparadas con aquellas plantaciones que usan plántulas con genética básica. Se analizan varios productos que permiten manejos más flexibles y creación de riqueza con mayores retornos económicos.

10.2 Refocosta

Carlos Andrés López F., M.Sc.

La bioenergía es una fuente primaria de generación de energía que ha sido parte fundamental del desarrollo de la humanidad. Sus principios de uso son tan simples como la básica combustión de leña para preparar alimentos, protegerse del frío o de animales salvajes, usos que siguen siendo parte fundamental de la vida cotidiana de muchas comunidades en el planeta, principalmente en lugares pobres y apartados.

Sin desconocer esa importancia que parece anacrónica pero que es real, el planteamiento de esta conferencia es la mirada a la bioenergía como tecnología necesaria para la transición energética de Colombia, tal como lo es en otros países desarrollados actualmente.

Si bien la tecnología para el uso de la biomasa para bioenergía está en permanente evolución ofreciendo la posibilidad de diferentes combustibles y diferentes formas de aprovechamiento, las claves que se pretenden presentar es que el éxito de la



implementación de una central de bioenergía en Colombia requiere de la integración de múltiples saberes y desarrollos, algunos de los cuales son bastante específicos a nuestro entorno ambiental y empresarial.

La bioenergía no es posible entenderse como un elemento aislado, por el contrario, debe entenderse como un elemento integrador de una cadena de valor que debe mantener un delicado balance con los recursos naturales.

La bioenergía tiene un enorme potencial en Colombia, pero igual de enorme es el reto de su implementación no solo desde un punto de vista técnico sino también desde un punto de vista político, institucional y ambiental.

La intención final de la conferencia es dejar implantadas ideas que mueven a diferentes actores a analizar sus posibilidades dentro de una cadena bioenergética con un principio de permanente vigilancia sobre el uso de recursos naturales en un proceso complejo de transición energética.

La bioenergía es una realidad en Colombia, pero no es aún un motor relevante de la generación de energía eléctrica; para este propósito requiere aún recorrer un largo camino donde presentaciones como ésta son apenas una pieza en la construcción de ese camino.

ORGANIZAN

