

## INVESTIGACIÓN

### LA BIOTECNOLOGÍA COMO HERRAMIENTA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES ALIMENTARIAS



**Ing. Elvis Enríquez Ortega**

**David – Chiriquí**

**2016**

Departamento de Ediciones  
Universidad Tecnológica OTEIMA  
N° 6 Educación \_Educación Superior  
Primera Edición: Agosto 2016  
ISBN: 978-9962-5588-0-4

Impreso en  
Eureka  
Utilería y Centro de Copiado  
David- Chiriquí  
Teléfono 774 - 6657



**La Biotecnología como herramienta para la conservación de las especies  
alimentarias.**

**ISBN: 978-9962-5588-0-4**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA OTEIMA  
VICERRECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN**

**Por:**

**Ing. Elvis Enríquez Ortega.**

**DAVID – CHIRIQUÍ**

**2016**

## Índice

Portada.....	i
Resumen: .....	4
Summary .....	5
1. Introducción.....	6
2. Objetivos .....	7
2.1 Objetivo General:.....	7
2.2 Objetivos específicos: .....	7
3. Estado del Arte.....	7
3.1. Generalidades de la Biotecnología. ....	7
3.2 Aplicaciones de la Biotecnología en Latinoamérica y países del Caribe .....	8
3.3 Las técnicas de Biotecnología con mayor aplicación en América Latina y el Caribe .....	10
3.4 Cultivo in vitro de tejidos .....	10
3.4.1 Ventajas del Cultivo de tejidos in vitro:.....	11
3.4.2 Bancos de germoplasma in vitro para la conservación de los recursos genéticos.....	12
3.4.2.1 Recursos genéticos.....	12
3.5 Tipos de almacenamiento in vitro .....	13
3.6 La Ingeniería Genética.....	13
3.6.1 Aportes de la Ingeniería genética tangibles son.....	14
3.6.2 Los pasos estandarizados de la Ingeniería genética son.....	14
4. Metodología.....	15
<b>5. Resultados.</b> .....	16
6. Conclusiones.....	17
7. Recomendaciones.....	19
8. Bibliografía .....	20

**Resumen:**

La Biotecnología se aplica a diversas áreas, la agricultura, farmacia y medicamentos, proceso de alimentos y producción de energía. En agricultura, la ingeniería genética está siendo utilizada para producir plantas que sean resistentes a insectos, hierbas y enfermedades.

Técnicas de Biotecnología permiten que la manipulación de los rasgos característicos de las especies vegetales y de animales. Con anterioridad a la capacidad para lograr la recombinación del ADN, las investigaciones estaban enmarcadas a los sistemas convencionales de cruzamientos, polinizaciones, alimentación seleccionada, pesticidas y herbicidas. Sin embargo en estos momentos actuales la biotecnología alcanza e incorpora en sus actividades disciplinas múltiples que le permiten ofrecer grandes posibilidades para plantear y ofrecer respuestas a problemas derivados de los sistemas agrícolas no sustentables y además destructivos de los recursos naturales y del medio en general. La explotación de las técnicas de la biotecnológicas ha resultado en tres ramas de la biotecnología: Ingeniería genética, Técnicas de diagnóstico y Técnicas de tejidos celulares.

Por la distribución y riqueza de los recursos naturales y la importancia de la agricultura en la mayoría de las economías de los países de Latinoamérica y el Caribe, el desarrollo agrícola no es sólo una necesidad para el crecimiento económico, sino que es protagónico por su importancia en el futuro de la evolución de la seguridad alimentaria global.

La biotecnología presenta el potencial para la producción agrícola regional y su participación competitiva en los mercados mundiales, es un factor clave para lograr la reducción de la incidencia de la pobreza, ya sea en los campos urbanos como en la tierras rurales, pues es bien sabido a nivel general que las condiciones de nutrición y de los ingresos de los sectores pobres de las poblaciones dependen directamente de la eficiencia en la producción de los cultivos alimentarios básicos.

El presente escrito pretende una exposición muy simple y descriptiva sobre la biotecnología agrícola en los países de América Latina y el Caribe una descripción de sus particularidades, sus ventajas, potenciales y finalmente resaltar la importancia del uso de la biotecnología como herramienta en el mejoramiento de los sistemas de producción agrícola de los países de esta región, en la búsqueda de una disminución de los niveles de pobreza, siendo además una de las principales alternativas para la obtención de la seguridad en las cadenas alimentarias.

## **Summary**

Biotechnology is applied to different areas, agriculture, pharmacy and medicines, food processing and energy production. In agriculture, genetic engineering is being used to produce plants that are resistant to insects, herbs and diseases.

Biotechnology techniques allow that manipulation of the characteristics of plants and animals. Prior to the ability to achieve the DNA recombination, investigations were framed to the conventional systems of crosses, pollination, selected food, pesticides and herbicides. However, at the current moment the biotechnology reaches and incorporates multiple disciplines that allow it to offer great possibilities to ask and provide answers to problems caused by also destructive and unsustainable agricultural systems of natural resources and the environment in general in their activities. The exploitation of the biotechnological techniques has resulted in three branches of biotechnology: genetic engineering, techniques of diagnostics and techniques of cell tissues.

Distribution and wealth of natural resources and the importance of agriculture in most of the economies of the countries of Latin America and the Caribbean, agricultural development is not only a necessity for economic growth, but it is leading because of its importance in the future of the evolution of global food security.

Biotechnology presents the potential for regional agricultural production and competitive participation in the global markets, is a key factor to achieve the reduction of the incidence of poverty, either in the urban and in the rural land fields, as it is well known at a general level that the conditions of nutrition and income of the poor sectors of the populations depend directly on the efficiency in the production of basic food crops.

This brief aims to a very simple and descriptive exhibit about agricultural biotechnology in the countries of Latin America and the Caribbean a description of their peculiarities, strengths, potential and finally to highlight the importance of the use of biotechnology as a tool in the improvement of the agricultural production systems of the countries of this region, in search of a decrease in poverty levels, besides being one of the main alternatives to obtain security in the food chain.

## **1. Introducción**

La Biotecnología es una disciplina con fundamentos en la biología, que ha sido aplicada exitosamente en agricultura, farmacia, ciencias de los alimentos, ciencias del ambiente y medicina. Se enfoca y potencializa desde un punto funcional multidisciplinario, el cual abarca ciencias relacionadas estrechamente con los seres vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos, como son, la biología, bioquímica, genética, virología, agronomía, ingeniería, física, química, medicina y veterinaria entre las principales. (Harper & Hawksworth, 1994)

Es una promesa permanente de aportes con soluciones tangibles y efectivas para aquellos problemas tradicionales que se convierten en verdaderos obstáculos para la obtención del éxito y desarrollo sostenible del sector agrícola, siendo una alternativa de gran alcance con enorme potencial.

Por otro lado, es uno de los caminos directos y seguros para la solución parcial o total de grandes estragos ecológicos muchos de ellos consecuencias de las prácticas de una agricultura que se caracteriza por su insostenibilidad y sus perjuicios al ambiente. (Gutiérrez, 2016); (Herrero, y otros, 2012)

Los procedimientos biotecnológicos se aplican de forma positiva y significativa en programas de propagación, conservación y mejoramiento de las especies vegetales, dentro de éstos, el cultivo de tejidos, el desarrollo de mapas de ligamientos genéticos y de locus de un carácter y la detección de genes de interés han demostrado ser de gran utilidad para los mencionados propósitos. (Herrero, y otros, 2012)

## **2. Objetivos**

**Los objetivos de la presente investigación los forman el general y los específicos**

### **2.1 Objetivo General:**

Exponer en forma simple y descriptiva las ventajas, potenciales y beneficios de la biotecnología como herramienta para la conservación de las especies alimentarias en los países de América Latina y el Caribe.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Describir las particularidades y ventajas, de la biotecnología en la conservación y producción de las especies alimentarias.
- Resaltar la importancia del uso de la biotecnología en el mejoramiento de los sistemas de producción agrícola, en la búsqueda de una disminución de los niveles de pobreza.
- Potenciar la Biotecnología como una de las alternativas para la obtención de la seguridad en las cadenas alimentarias.

## **3. Estado del Arte**

En este apartado podemos visualizar los temas y subtemas de la investigación en su estado actual.

### **3.1. Generalidades de la Biotecnología.**

Una definición de biotecnología aceptada internacionalmente es la siguiente: La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos (Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992). (ONU, 1992)

El término "biotecnología" fue presentado en 1919 por Karl Ereky, un Ingeniero húngaro. Para ese tiempo, el término significaba todas las facetas de trabajo por las cuales aquellos productos eran transformados con la ayuda de organismos vivos. Ereky vislumbró una era de la bioquímica muy avanzada y por encima de su época.

Existe la percepción en muchos de que biotecnología es Ingeniería genética y ADN, lo que se concibe como "el final de todo de la Biotecnología". Esta es una concepción

generalizada y equivocada. El hombre ha manipulado elementos vivientes durante miles de años, los microorganismos fueron utilizados para elaborar productos alimenticios como bebidas, queso y pan. (Murphy & Perrella, 1993)

Al inicio del siglo 20 la biotecnología comenzó a mezclar a la tecnología con la agricultura. Durante la I Guerra Mundial, se desarrollaron los procesos de fermentación para producir acetona del almidón y solventes de pintura para la industria automotriz. Con la llegada de la II Guerra Mundial llegó la manufactura de la Penicilina. El enfoque biotecnológico cambio hacia los farmacéuticos. Los años de la "guerra fría" fueron orientados al trabajo con microorganismos en la preparación para el armamento, así como antibióticos y procesos de fermentación. (Gamella, 2015); (Murphy & Perrella, 1993).

Actualmente la biotecnología se utiliza en campos como la agricultura, biomedicina, procesos de los alimentos y producción de energía. La producción de insulina y otras medicinas conlleva la clonación del gen elegido. Los ensayos de inmunidad se los utiliza no solo en el campo médico y para pruebas de embarazo, sino también, por los granjeros para detectar niveles dañinos de pesticidas, herbicidas y toxinas en sus cosechas y productos animales. Estos ensayos también aportan pruebas de campo rápidas para químicos industriales en aguas subterráneas, sedimentos y suelos. En agricultura, la ingeniería genética está siendo utilizada para producir plantas que sean resistentes a insectos, hierbas y enfermedades. (Murphy & Perrella, 1993)

Previo a la utilización de los procedimientos de biotecnología para la manipulación de las características y la recombinación del ADN, los investigadores estaban limitados a las técnicas tradicionales como la polinización cruzada, alimentación seleccionada, pesticidas y herbicidas. Ahora la biotecnología tiene "raíces" en química, física, y biología. El desarrollo y aplicación de las técnicas ha resultado en tres ramas de la biotecnología: Ingeniería genética, técnicas de diagnóstico y técnicas de tejidos celulares.; (Gamella, 2015); (Murphy & Perrella, 1993).

### **3.2 Aplicaciones de la Biotecnología en Latinoamérica y países del Caribe**

Mediante su uso se han obtenido resultados de importancia, tal es el caso del perfeccionamiento de la obtención de productos farmacéuticos, el desarrollo de nuevos procesos industriales, el mejoramiento de especies animales y vegetales, entre otros. El objetivo es optimizar la obra de la naturaleza para satisfacer con mayor grado de eficiencia las necesidades humanas. (IICA, 1991)

Analizando la implementación de técnicas de biotecnología en el campo de la agronomía se observa que la complementación con prácticas convencionales del mejoramiento resultan en un incremento significativo de la producción y que se obtienen cultivos con mayor compatibilidad con sus ambientes.

La biotecnología amplía el rango de cobertura para la investigación de las inmensa variabilidad genética que se encuentra presente en los cultivos, el logro de variaciones somaclonales, la clonación y propagación masiva de ejemplares "élite", clonar genes responsables de la herencia de caracteres de interés agronómico, usar técnicas de DNA recombinante para introducir genes. (IICA, 1991); (de García, 1996); (FAO, 1989); (OMS, 2005).

América Latina de igual forma que otras zonas geográficas en desarrollo se orienta al uso de la biotecnología para solucionar sus necesidades principales en un adelanto de la agricultura. Es necesario que se realice primero un estudio y análisis para determinar el o los cultivos y objetivos con apremio antes de establecer un programa de mejoramiento. (IICA, 1991); (FAO, 1989).

América latina y el Caribe poseen una multiplicidad de especies por lo que no resulta fácil establecer un programa regional de mejoramiento. Por las diferencias en factores bióticos y abióticos que se convierten en limitantes al momento de establecer cultivos en cada país. Finalmente se tienen diferencias en los estados de desarrollo biotecnológico de cada uno de los países latinoamericanos y del Caribe. (FAO, 1989); (IICA, 1991).

Un análisis realizado por la FAO en 1989 y 1990, en América Latina y el Caribe para establecer una clasificación de los cultivos y sus niveles de importancia y a los cuales se les aplicaba técnicas biotecnológicas evidenció los siguientes datos, el rango de cultivos es amplio, (cereales, legumbres, hortalizas, raíces y tubérculos, frutales, cultivos industriales, forrajes, árboles forestales y plantas ornamentales), la biotecnología se utiliza en un 29 % en especies frutales , en un 28 % en raíces y tubérculos, los cultivos industriales en 10,2% y las hortalizas (8,9 %), los cereales (8 8 %) y especies forestales (7,7 %); para otros cultivos se tienen variaciones que van de 2,4 a 4,8 %-. Se observa con esto, que si existen niveles de prioridad para los cultivos básicos en la alimentación, teniéndose a los, frutales, las raíces y los tubérculos entre los principales. (FAO, 1989); (FAO, 1990); (de García, 1996)

### **3.3 Las técnicas de Biotecnología con mayor aplicación en América Latina y el Caribe**

La técnica con mayor distribución y aplicación a nivel de Latinoamérica y el Caribe sin duda alguna es el Cultivo de tejidos, sin importar a cual cultivo se haga referencia. El mismo estudio realizado por la FAO en 1989, coincidiendo con algunos expertos establecen los siguientes rangos de uso de las técnicas de Biotecnología en Latinoamérica, el cultivo de tejidos 63,4 %, conservación de germoplasma (11 ,4 %), ingeniería genética (8,6 %) y diagnóstico fitopatológico (1%). (FAO, 1989); (IICA, 1991).

Estos expertos recomiendan las técnicas de cultivo de tejido, micropropagación y transformación como actividades prioritarias en los programas de mejoramiento de cultivo en los países en desarrollo. (de García, 1996); (FAO, 1989); (FAO, 1990); (IICA, 1991).

### **3.4 Cultivo in vitro de tejidos**

El cultivo in vitro (término que literalmente significa en vidrio), se compone por varias técnicas destinadas a introducir, multiplicar y regenerar, material vegetal o animal en condiciones asépticas y o axénicas (en un ambiente donde no hay ningún otro organismo vivo). (ArgenBio, 2007); (Altarés, 2007).

El cultivo in vitro de Tejidos Vegetales, es el conjunto de técnicas que permiten el cultivo de las células y tejidos vegetales en condiciones asépticas y el aprovechamiento de su toti potencia (capacidad de las células vegetales de auto regenerarse y multiplicarse formando un nuevo individuo), así como de su aptitud para la variación y capacidad de modificación genética. Es una técnica de producción en la que a partir de un pequeño segmento inicial de tejido es posible regenerar en poco tiempo miles y millones de plantas genéticamente iguales a la planta madre cuando a este tejido le es aplicado un estímulo por medio de variables físicas o químicas controladas en un medio de cultivo. (Altarés, 2007)

Cultivo de tejidos vegetales viene a ser una descripción genérica compuesta por diferentes técnicas de cultivo de material vegetal variado, considerándose los protoplastos (células desprovistas de su pared celular), células, tejido, órganos y plantas completas. (ArgenBio, 2007)

El cultivo de tejido de plantas es una herramienta importante tanto para estudios básicos como aplicados, así como para propósitos comerciales.

Además de contribuir a la propagación acelerada de plantas, se ha convertido en una técnica básica y ventajosa para la biotecnología moderna, incluyendo la producción de plantas transgénicas (ArgenBio, 2007); (Villalobos & Thorpe, 1991),

Las primeras experiencias relacionadas al cultivo de tejidos vegetales se remontan a 1902, pero es en 1922 cuando se alcanza el primer experimento exitoso: germinación in vitro de semillas de orquídeas. Luego de la germinación, las plántulas obtenidas se transfirieron a un medio de cultivo en condiciones asépticas, y así se mantuvieron protegidas del ataque de patógenos (hongos, virus y bacterias). (Villalobos & Thorpe, 1991)

#### **3.4.1 Ventajas del Cultivo de tejidos in vitro:**

- Permite la obtención de plantas libres de enfermedades (hongos, bacterias, mico plasmas, virus y tiroides).

- Propagación masiva de plantas, especialmente beneficiosa para especies de difícil propagación por otros métodos, o en vías de extinción

- La micro propagación vegetal permite propagar masivamente material vegetal sano en cualquier época del año y en corto tiempo conservando su potencial genético y calidad fitosanitaria.

- Permite optimizar el uso de factores ambientales y nutricionales.

- Facilita el cultivo de un gran número de plantas en una superficie pequeña.

- Puede conservar material biológico por periodo de tiempo prolongados (conservación y bancos de germoplasma).

- Producción de semillas sintéticas

- Obtención de metabolitos secundarios

- Producción de nuevos híbridos, somáticos e interespecíficos

- Producción de haploides (son aquellos que contienen un solo juego de cromosomas o la mitad del número normal de cromosomas).

- Estudios fisiológicos diversos

- Además, mediante este método de propagación se puede incluir aspectos de Fito mejoramiento, mejoramiento genético incluyendo obtención de plantas transgénicas

El cultivo in vitro, constituye un paso fundamental en la obtención y regeneración de plantas genéticamente modificadas, o transgénicas, mediante técnicas de ingeniería genética. Por tanto, existe una estrecha relación entre el cultivo de tejidos vegetales y la biotecnología moderna. Normalmente se utilizan cultivos de tejidos, seguido de la regeneración de la planta completa, y la subsiguiente expresión de los genes introducidos, o transgenes. (ArgenBio, 2007).

### **3.4.2 Bancos de germoplasma in vitro para la conservación de los recursos genéticos**

Son sitios para la conservación de los recursos genéticos en condiciones controladas de laboratorio y que involucran diversas técnicas de cultivo y almacenamiento in vitro.

#### **3.4.2.1 Recursos genéticos**

Son las especies de plantas, animales y microorganismos de valor socioeconómico actual y potencial, para uso y beneficio de la humanidad. Los recursos genéticos comprenden la diversidad del material genético contenido en las variedades primitivas, obsoletas, tradicionales, modernas, parientes silvestres de las especies explotadas, especies silvestres o líneas primitivas que pueden ser usadas ahora o en el futuro para la agricultura o la alimentación. Los recursos genéticos se constituyen de la parte esencial de la biodiversidad, son la base del desarrollo sustentable de la agricultura y de la agro-industria. (Goedert, 2002); (OMPI)

Germoplasma es el elemento de los recursos genéticos que maneja la variabilidad genética entre y dentro de la especie, con fines de utilización para la investigación en general, especialmente para el mejoramiento genético inclusive incluyendo la biotecnología. (Goedert, 2002).

La conservación in vitro de germoplasma vegetal ofrece la posibilidad de almacenar un elevado número y variedad de muestras de especies en un área reducida y facilita el acceso a ellas para su evaluación.

Sus condiciones asépticas garantizan mayor sanidad de las muestras y en consecuencia permiten incrementar el intercambio de materiales vegetales sanos.

El principal objetivo de los bancos de germoplasma in vitro es conservar las especies que presentan semillas botánicas de corta y poca viabilidad, cultivos de propagación vegetativa

o clonal, o que son altamente heterocigóticos y requieren ser propagados vegetativamente para conservar su integridad genética. (FAO, 2014).

Dentro de los Bancos de germoplasma se han incluido raíces y tubérculos de corta vida en el proceso de almacenamiento, como *Solanum tuberosum* L. (papa), *Ipomoea batata* L. (camote) y *Manihot esculenta* Crantz (yuca).

Se busca maximizar la diversidad de ejemplares recolectados de poblaciones en campo o en su centro de origen.

La unidad de colección que se mantiene en condiciones controladas puede ser la semilla botánica o explantes vegetativos, dependiendo principalmente del hábito de crecimiento de la especie. (FAO, 2014)

### **3.5 Tipos de almacenamiento in vitro**

El almacenamiento in vitro se puede clasificar, según su duración, en "almacenamiento por corto plazo" cuyo objetivo es reducir la velocidad de crecimiento del material vegetal, por lo que generalmente se utilizan técnicas que fomenten el crecimiento reducido, y "almacenamiento por largo plazo", donde se utiliza la criopreservación que garantiza la conservación in vitro por períodos prolongados de tiempo.

La criopreservación es el método donde se utilizan bajas temperaturas con el fin de preservar las estructuras intactas de las células vivas. Las células se criopreservan para evitar pérdidas por contaminación, para minimizar cambios genéticos en líneas continuas y evitar la transformación en líneas finitas. (Biocision, 2016)

### **3.6 La Ingeniería Genética**

Una vez comprendida la estructura de los genes y su funcionabilidad para portar la información que una vez transmitida se convierte en características, se dio inicio a las técnicas para conseguir aislarlos, analizarlos, modificarlos y transferirlos de un organismo a otro para conferirle una nueva característica. Esto viene a ser la Ingeniería genética. Las técnicas y los métodos que permiten transferir genes de un organismo a otro por lo que el resultado es la clonación de ADN que funciona expresando las características que portan esos genes clonados. Elaboración de las proteínas necesarias para que estos genes lleven a cabo las codificaciones necesarias en organismos que son diferentes a aquellos en donde tuvieron su origen. Con estos logros los resultados son la manifestación de las características de un organismo en otro, las cuales se manifiestan cuando los genes

elaboran las mismas proteínas que utilizaban en su organismo de origen pero en otro organismo y que son las portadoras y transmisoras de la información genética. Este proceso da lugar a la recombinación del ADN, que permite transformando buscando mejorar cultivos y animales. (ArgenBio, 2007).

### **3.6.1 Aportes de la Ingeniería genética tangibles son**

- Vacunas, como la de la hepatitis B
- Fármacos, como la insulina y la hormona del crecimiento humano
- Enzimas para disolver manchas, como las que se usan en los detergentes en polvo
- Enzimas para la industria alimenticia, como las empleadas en la elaboración del queso y en la obtención de jugos de fruta.
- Plantas resistentes a enfermedades y herbicidas.

### **3.6.2 Los pasos estandarizados de la Ingeniería genética son**

1. Identificación de la característica deseada en el organismo de origen.
2. Localizar el gen responsable del carácter deseado (gen de interés).
3. Combinar dicho gen con los elementos necesarios (vector) para que éste funcione en el organismo receptor.
4. Transferencia del gen de interés, previamente introducido en el vector adecuado, al organismo receptor.
5. Crecimiento y reproducción del organismo receptor, ahora modificado genéticamente.

En Latinoamérica y el Caribe, la Ingeniería genética para obtención de plantas transgénicas, se ha practicado en Centros internacionales como el Centro Internacional de la papa (CIP) en Perú, Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia y el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) en México, también, en Laboratorios asociados a los Institutos de Investigación y Universidades en México, Brasil, Venezuela, Chile y Argentina. (IICA, 1991); (de García, 1996),

Los mayores estudios y aplicaciones de esta técnica se han realizado en raíces y tubérculos especialmente yuca, papa y batata. Otros cultivos, son los cereales, entre ellos específicamente el maíz. (Arcia, Ascanio, Casae, & de úurder, 1988).

#### **4. Metodología.**

La metodología utilizada en Latinoamérica y el Caribe, basada en los componentes claves de la biotecnología moderna es la siguiente:

- Genómica: caracterización molecular de todas las especies;
- Bioinformática: estructuración de los datos extraídos del análisis genómico en formatos accesibles;
- Transformación: introducción de genes simples que confieren rasgos potencialmente útiles a especies de plantas, ganado, peces y árboles que pasan entonces a denominarse organismos transgénicos o modificados genéticamente;
- Mejora molecular: identificación y evaluación de rasgos deseables por medio de programas de mejora que utilizan la selección asistida por marcadores;
- Diagnóstico: uso de la caracterización molecular para proporcionar identificaciones más precisas y rápidas de patógenos;
- Tecnología de vacunas: uso de la inmunología moderna para desarrollar vacunas a partir del ADN recombinante que mejoran el control de enfermedades letales.

#### **En La Agricultura**

- Sistemas de diagnóstico de enfermedades.
- Agro biológicos, uso de organismos vivos o las sustancias producidas por ellos para mejorar la productividad de los cultivos o para el control de plagas y malezas.
- Cultivo de células y tejidos in vitro, para producción de plantas a gran escala, obtención de metabolitos secundarios y mejoramiento genético.
- Cultivos genéticamente modificados mediante tecnología de genes.
- Conservación de germoplasma.
- Estudios de diversidad, evolución, genética de poblaciones y programas de mejoramiento.

#### **En la Industria:**

- Aditivos: cítricos
- Saborizantes
- Colorantes: azul índigo
- Alcohol carburante: etanol
- Productos lácticos (yogurt y quesos) uso de partes o del organismo completo (enzimas o microorganismos)

- Detergentes: obtención de enzimas que degradan ácidos grasos, lipolasa (*Aspergillus*), cutinasa (*Saccharomyces*), de proteínas (*Bacillus licheniformis*) para eliminar manchas de sangre, comida, etc.

## 5. Resultados.

Los resultados que se han obtenido con el uso de la biotecnología en América Latina y el Caribe son:

- Incremento de la productividad, mayor producción de alimentos en menor área de tierra cultivada, reduciendo la expansión de las áreas de cultivo sobre áreas forestales y marginales.
- Mayor Calidad de los cultivos y de su valor nutritivo, incluyendo el enriquecimiento del contenido vitamínico y de micronutrientes de los cereales, lo cual beneficia a los consumidores con dietas pobres y limitadas y quienes no pueden permitirse comprar suplementos vitamínicos y micronutrientes.
- Aumento de la resistencia a enfermedades y plagas y mejora de los esfuerzos en el manejo integrado de plagas, con la consiguiente reducción del uso de pesticidas tóxicos.
- Mayor tolerancia de las variedades existentes con alto rendimiento a sequías, inundaciones, salinidad, metales pesados, y otros riesgos bióticos y abióticos, que pueden estabilizar y mejorar el rendimiento de los productos cultivados en zonas húmedas.
- Aumento de la productividad y calidad de los animales de granja y reducción del impacto ambiental por la mayor industrialización de los productos animales.
- Mayor desarrollo de vacunas y diagnóstico de enfermedades para la ganadería y la acuicultura.
- Uso de sustancias no comestibles de los cultivos alimenticios para elaborar productos medicinales, alcohol de combustión y carburante industrial. (Harper & Hawksworth, 1994)

## 6. Conclusiones

Los sistemas agrícolas en Latinoamérica y el Caribe exigen un uso racional de las tierras, establecimiento de una producción continua mediante la rotación planificada de los cultivos, la preservación de la productividad del suelo. Siendo muy importante tener en cuenta la conservación del ambiente, la sustentabilidad y sostenibilidad en el tiempo y la equitatividad de la producción en los mismos.

En Latinoamérica se pueden observar dos tendencias marcadas en el desarrollo de la agricultura. La agroecológica que busca un equilibrio con los recursos naturales considerando al pequeño agricultor, por lo que las políticas e investigaciones están destinadas a los pequeños agricultores y los mercados que ellos mantienen.

La corriente tecnicista orientada a la tecnificación del agro, uso de insumos en cultivos de exportación, donde el agricultor es productor empresario que se dedica a dicha actividad, en este caso, las políticas agrarias e investigaciones de alta tecnificación están destinadas a este tipo de productor. Si bien, La corriente tecnicista resulta en altos rendimientos, al menos a corto plazo, no toma en cuenta los criterios de una agricultura sustentable que tiene como doctrina la minimización de los insumos en la producción agrícola.

Una agricultura sustentable, necesita seguir una tendencia agroecológica por su concepto del equilibrio entre el agricultor y el ambiente que él maneja, lográndose a través del control de la contaminación, degradación ambiental, el uso adecuado de los agroquímicos y el uso y manejo racional del suelo; lo vendría a ser un uso razonado y eficiente de los fuentes de energía y recursos de un ecosistema.

La Biotecnología ofrece una serie de técnicas modernas cuya aplicación en la implementación de políticas agrícolas son oportunidades viables para contrarrestar muchos problemas en la producción agrícola del pequeño y mediano agricultor en Latinoamérica y el Caribe.

El uso de técnicas de biotecnología apropiadas en un programa agrícola integral contribuyen al aumento de los niveles de productividad e intensidad de los cultivos, mejorando la disponibilidad de los nutrientes y al facilitar los controles de las malezas, plagas y enfermedades; minimizando las fuentes de estrés biótico y abiótico se alcanza una producción agrícola estable.

La extensión de la frontera agrícola en los países latinoamericanos y del Caribe, presenta dificultades porque ello requiere de la utilización de tierras marginales que implican

estrés (sequía, salinidad, suelos pobres, temperaturas altas o bajas). La adaptación de plantas a estas condiciones ambientales requiere de programas de mejoramiento eficientes, combinados con Biotecnologías apropiadas.

La obtención de plantas con mayor adaptación a suelos no aptos para la agricultura (baja disponibilidad de agua, ácidos y baja fertilidad) facilita la extensión de las fronteras agrícolas y es un soporte para el desarrollo de una agricultura sustentable.

Con el uso de la biotecnología se hacen disponibles fuentes de energía alternativas de las no renovables, con lo que es posible aumentar significativamente los niveles productivos con relación a los de insumos utilizados; conservándose al mismo tiempo y con posibilidades de explotación la diversidad vegetal, aumentándose la calidad los productos obtenidos de los nuevos mejorados.

Los fertilizantes, herbicidas y pesticidas en Latino América y El Caribe representan costos elevados, pues generalmente son importados; es necesario escoger las alternativas del uso de inoculantes para leguminosas que aporten la fijación de nitrógeno y así disminuir los costos de fertilización, es importante además la selección de variedades con características de resistencia a factores bióticos y abióticos.

## **7. Recomendaciones**

La Biotecnología Vegetal puede contribuir directamente al establecimiento de una agricultura sostenible, ya que la aplicación de sus diferentes herramientas, en los programas de mejoramiento de los cultivos, permite la incorporación de cultivos más compatibles con el medio ambiente. Por otra parte, existen biotécnicas que incrementan la disponibilidad de nutrientes en el suelo, y otras que permiten el diagnóstico rápido de patógenos en el campo y el control biológico de patógenos.

Aunque la Biotecnología de plantas tiene un gran potencial para dar contribuciones a la agricultura en general, ésta será más productiva siempre que se combine con programas de mejoramiento convencionales.

La Biotecnología aplicada a la agricultura garantiza el mejoramiento de los sistemas de producción de los cultivos y un incremento en sus rendimientos. El éxito en su implementación depende de su importancia para los individuos pobres, y las regulaciones de tipo, comercial, políticas y económicas, nacionales e internacionales. Su aplicación tiene sin duda el potencial de incrementar los niveles de la seguridad alimentaria.

Algunos de los países de Latinoamérica deben superar varios obstáculos para lograr aprovechar los enormes beneficios que la biotecnología moderna tiene para ofrecer.

La planificación de la investigación en los países de Latinoamérica y el Caribe deben dirigirse a la ampliación de la base de cultivos, y al aumento de el rendimiento y el valor nutricional de los mismos y que además deben ser importantes para las comunidades rurales.

Se hace necesaria una evaluación de las capacidades nacionales y priorizar los objetivos de investigación que coincidan con los objetivos de agricultura sostenible para poner las oportunidades realistas en perspectiva tanto para el desarrollo convencional como para las técnicas de biotecnología moderna.

La implementación de tecnologías que obedecen a las necesidades es una herramienta para el crecimiento y el desarrollo que no es probable que el sector privado lleve adelante, porque dichos cultivos son de poco valor comercial.

Los gobiernos deben asumir como compromiso ineludible la responsabilidad de invertir en investigación pública que es crucial para reducir las brechas alimentarias entre ricos y pobres.

## 8. Bibliografía

- Altarés, A. (2007). *El cultivo in vitro de plantas: Ventajas y aplicaciones. Grupo de Cultivo in vitro y Mejora Vegetal I.B.M.C.P. Departamento de Biotecnología. Universidad Politécnica de Valencia.* Valencia, Valencia, España: Instituto de Biología Molecular y Celular de plantas.
- Arcia, A., Ascanio, C., Casae, Y., & de úrder, Y. (1988). Uso de la haploidia en programas de mejoramiento vegetal II Simposio Nacional sobre Biotecnología. *II Simposio Nacional sobre Biotecnología* (págs. 73-83 pp.). Maracaibo, Zulia, Venezuela : memorias.
- ArgenBio. (2007). *ArgenBio, Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología.* Obtenido de [porquebiotecnologia.com.ar](http://porquebiotecnologia.com.ar): <http://porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1&note=35>
- Biocision. (2016). *Criopreservacion de Celulas.* Obtenido de [www.biocision.com](http://www.biocision.com): <http://www.biocision.com/campaigns/cell-cryopreservation-espanol>
- de García, E. C. (1996). Importancia de la Biotecnología en el Desarrollo Agrícola. Énfasis en América Latina. *Tribuna del Investigador Volúmen 3 No. 1* , pp 7-21.
- FAO. (1989). *Informe de la reunión de planeación y sobre la aplicación y desarrollo de la Botecnología apropiada en la producción de cultivos.* 69pp.
- FAO. (1990). *red de Cooperación Técnica en Biotecnología Vegetal (REDBIO)* 47pp.
- FAO. (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.* Roma: Comisión de Recursos Genéticos para la alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2014). *Normas para bancos de Germplasma de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.* Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Gamella, D. (2015). *Procesos biotecnológicos, retos sociales y educación artística en la primera década del siglo XXI.* Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica. TESIS DOCTORAL. Facultad Bellas Artes. UCM 843.

- Goedert, C. (junio de 2002). <http://www.seednews.inf.br/>. Obtenido de [http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed63/artigocapa63\\_esp.shtml](http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed63/artigocapa63_esp.shtml)
- Gutiérrez, S. A. (04 de Septiembre de 2016). *DED Goya SCJ - Micropropagación Vegetal*; Obtenido de [goyascjmicropropagacionvegetal/ventajas-del-cultivo-in-vitro](http://goyascjmicropropagacionvegetal/ventajas-del-cultivo-in-vitro): <https://sites.google.com/site/goyascjmicropropagacionvegetal/ventajas-del-cultivo-in-vitro>
- Harper, J. L., & Hawksworth, D. L. (1994). *Biodiversity: measurement and estimation*. London: Philosophical Transactions of the Royal Society of London.
- Herrero, J. ., Medina, N. N., González, L., Palenzuela, J. B., Rodríguez, D. R., Martínez, D. G., & Rodríguez, J. A. (2012). La biotecnología como herramienta para la propagación, conservación y el mejoramiento genético del guayabo. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(2), 7.
- IICA. (1991). *Análisis del Impacto de la Biotecnología en Agricultura Aspectos Conceptuales y Metodológicos*. Walrer Jaffé, Editor. 86 pp.
- Murphy, A., & Perrella, J. (1993). *Biotechnology: An Overview and Brief History. "A Further Look at Biotechnology" Princeton, NJ; The Woodrow Wilson National Foundation*.
- OMPI. (s.f.). *OMPI Organización Mundial de a Propiedad Intelectual*. Obtenido de <http://www.wipo.int/tk/es/genetic/>: <http://www.wipo.int/tk/es/genetic/>
- OMS. (2005). *Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias*. Suiza: Organización Mundial de la Salud 2005:Departamento de Inocuidad de los Alimentos.
- ONU. (1992). *Convention on Biological Diversity*.
- Villalobos, A. V., & Thorpe, T. A. (1991). Micropropagación, cocepto, metodología y resultados. En W. M. Roca, *Cultivo de tejidos en la Agricultura fundamentos y aplicaciones* (págs. 127-141). Cali: CIAT.

## ***AUTORIDADES UNIVERSITARIAS***

Nixa Gnaegi de Ríos  
Rectora

Francisco Ugel  
Vicerrector

Rocio Kukler  
Secretaria General

Sonia Aguirre  
Decana General

Edilma Guerra  
Administradora

## ***CONSEJO EDITORIAL***

Coordinador Editorial  
Edmundo González

Editores  
Rocio Kukler  
Noheli Gómez de Ugel  
Diseño Grafico  
Claudia Ríos

Universidad  Tecnológica  
**Oteima**

David 775-1285 Santiago 998-3178  
[www.oteima.ac.pa](http://www.oteima.ac.pa) [mercadeo@oteima.ac.pa](mailto:mercadeo@oteima.ac.pa)