



INVENTARIO TECNOLOGÍAS
“YUCA-REGION HUETAR NORTE & ATLANTICA”
MARCO DEL PROYECTO REGIONAL PRESICA”

Ing. Francisco Estrella Carro M.Sc.

2013

2013



Contenido

I. Presentación.....	3
II. Metodología.....	3
1. Tecnologías	4
1.1 Control de la enfermedad Cuero de Sapo	4
1.2. Procesamiento de la yuca como alimento animal	9
1.3. Producción de semilla utilizando metodología <i>in vitro</i>.....	12
1.4. Desarrollo de variedades promisorias.....	14
1.5. Fertilización nitrogenada del cultivo de Yuca.	19
1.6. Semilla asexual para siembra de Yuca.....	22
1.7. Control Químico de malezas en Yuca.	25
1.8. Tratamiento poscosecha de yuca a base de parafina	27
1.9. Semilla de Calidad y estándares para producción.....	31
1.10. Harina de yuca para consumo humano.	36
1.11. Uso de azadonera para mecanización de suelos.	40

I. Presentación

La Yuca es un cultivo de importancia económica para numerosos productores del país, cuenta con alrededor del 11 800 ha con una producción de 195 100 toneladas anuales, el rendimiento promedio alcanzado es de 16,5 ton/ha y ha tenido un enorme crecimiento en los últimos años cercano al 49,9 % La participación de este cultivo en la industria agropecuaria primaria es de 1,5 % . Las regiones de cultivo se ubican principalmente en la región Huetar Norte y Atlántica (Abraham 2012)

La Yuca es un producto tropical bien adaptado a las condiciones climáticas de Costa Rica e involucra a numerosos unidades productivas en el país de asentamientos campesinos de pequeños productores. Su dinámica esta en función del comportamiento de otras actividades productivas como la siembra de piña y ñame. En el caso de Costa Rica la producción y comercialización de este producto se ha posicionado en mercados o nicho específico como lo sería el de Estados Unidos con un alto valor adquisitivo y donde casi la totalidad de la producción es exportada en forma parafina y congelada (Abraham 2012).

Objetivos

El objetivo del proyecto es incrementar la productividad y competitividad del sector agropecuario y fortalecer las capacidades regionales en investigación, partiendo de consorcios de innovación tecnológica enfocados a cadenas de valor afectadas por la variabilidad del precio de los alimentos (BID 2012).

El proyecto centra sus acciones en (i) el desarrollo de innovaciones tecnológicas en las cadenas de valor agroalimentarias de maíz, frijol, chile y yuca, considerando la relevancia de las mismas en la seguridad alimentaria y nutricional de la región y el potencial para incrementar sus niveles de productividad; (ii) el fortalecimiento de los sistemas locales de producción de semillas; y (iii) la difusión y transferencia de tecnologías (BID 2012).

II. Metodología

Se analizó la información levantada y generada en la línea base la cual será la base de orientación para identificar las tecnologías en uso.

Para identificar las tecnologías a incorporar en el inventario se utilizaran los siguientes criterios:

- Uso (años de utilización)
- Costo del uso
- Beneficio
- Practicidad tanto para pequeños hasta grandes productores
- Nivel de transferencia de la tecnología

Se incluyeron tecnologías con al menos 5 años de uso. En cada cultivo se trato de incluir como mínimo 10 tecnologías. Considerándose tecnologías que han intervenido a todo lo largo de la cadena productiva y no solo a nivel agronómico; y que han facilitado el desarrollo de los productores

La información se rescató y documentó a partir de los formatos de sistematización regional de las tecnologías:

- Sitios web de las instituciones involucradas en el consorcio
- Entrevistas con productores
- Técnicos de las comunidades
- Entrevista con líderes de las organizaciones de productores

Se llenaron las fichas en entrevistas a actores claves identificados en la línea base sobre la aplicación y uso de las diferentes tecnologías para los cuatro cultivos con el formato de Sistematización Regional del IICA

1. Tecnologías

FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN

PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES

País. Costa Rica

1.1 Control de la enfermedad Cuero de Sapo

1. Cultivo: <i>Yuca Manihote esculenta</i> Crantz
Titulo de la tecnología disponible: Control de la enfermedad Cuero de Sapo
2. Ubicación geográfica: Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte
3. Descripción de la tecnología El cuero de Sapo es una enfermedad, producto de la incidencia del patógeno de tipo Fitoplasma del grupo (16SrIII-L); los fitoplasmas son bacterias sin pared celular que se mueven por el floema de la planta y pueden ser trasmitidos por insectos, que se caracteriza por el estrangulamiento de la base del tallo que impide la traslocación de los asimilados fabricados en la hojas hacia las raíces ocasionando que no se desarrollen

las raíces de almacenamiento tomando una apariencia corchosa y áspera de ahí el nombre de cuero de sapo.

Reduce los rendimientos en producción e incrementa los costos del cultivo (atención fitosanitaria, tratamientos, prevención, control saneamiento y erradicación). Esta se trasmite por semilla vegetativa.

Los síntomas consisten en pequeñas fisuras longitudinales, localizadas cerca del callo donde se originan las raíces y, posteriormente, se prolongan a lo largo de ellas. A medida que las raicillas aumentan de diámetro, las fisuras tienden a cicatrizar, dando a las lesiones forma de labio. Cuando las raíces maduran, las lesiones aumentan de tamaño y número, semejando en conjunto una especie de red o panal. La cáscara o epidermis de las raíces presenta una apariencia corchosa que se desprende con facilidad. Según sea la severidad de los síntomas, la profundidad y número de las lesiones aumentan hasta deformar la raíz. Todos estos síntomas descritos suelen presentarse a lo largo de la raíz o restringirse a una porción de ésta, comúnmente hacia la parte media.

En general, el sistema radical de las plantas afectadas no alcanza a tener el mismo desarrollo del que tienen las plantas sanas; las raíces permanecen delgadas, leñosas, de cáscara gruesa y corchosa y su contenido de almidón es muy bajo. A veces, en una misma planta, algunas raíces engruesan normalmente sin presentar síntomas visibles, mientras otras se ven severamente afectadas.

Las condiciones secas o calientes tienden a inhibir el desarrollo de los síntomas, mientras que condiciones más frescas favorecen el desarrollo de éstos. Aún en plantas afectadas levemente, las pérdidas económicas persisten debido a la menor acumulación de almidón.

El control de la enfermedad Cuero de Sapo conlleva la prevención para lo cual se recomienda el uso de semilla proveniente de plantaciones que no presenten el problema de cuero de sapo o bien el uso de semilla sana producida bajo técnicas *in vitro*.

Entre las medidas de control de la enfermedad se pueden mencionar:

- Debido a que la enfermedad se disemina, principalmente, por el uso de estacas contaminadas, la medida de control más importante es obtener el material vegetativo o estacas provenientes de plantaciones sanas, manejadas técnicamente y con excelente control fitosanitario.
- Para la obtención de estacas sanas se debe tener en cuenta que, en el momento de la cosecha, las estacas seleccionadas para la futura siembra, deben ser colocadas al lado de sus respectivas raíces, para una posterior evaluación verificando la ausencia de síntomas de la enfermedad.
- Como un método de manejo integrado de plagas (vectores o dispersores de la enfermedad), se debe realizar desinfección de las herramientas con detergente o cloro.

- Las plantaciones de yuca que estén muy afectadas (con niveles superiores al 10%) deberán incinerarse incluyendo la parte aérea. Se deben eliminar los residuos de cosecha particularmente los tallos que puedan rebrotar. La limpieza de los campos afectados es muy importante para su finca y las de sus vecinos. Por ningún motivo se deben usar estacas de estas plantaciones.

Dentro del consorcio y con el objetivo de que las organizaciones de productores conozcan más sobre esta enfermedad y su control los productores reciben capacitaciones y talleres participativos donde aprenden sobre mecanismos de transmisión de la enfermedad, como identificar los síntomas en campo según los diferentes grados de ataque y como prevenirla.

El principal elemento de control es utilizar semilla limpia para realizar las siembras. Se espera producir semilla certificada mediante el uso de un sistema de producción de material limpio *in vitro* y de cámaras térmicas, que facilitará a los productores multiplicar semilla sana a bajo costo, también se evalúa el efecto de micronutrientes y extractos vegetales como fertilizantes sobre el comportamiento de la enfermedad en variedades locales y la identificación de los principales nichos ecológicos de la enfermedad y los vectores transmisores que permitirá un completo estudio epidemiológico de la misma.

Los investigadores han trabajado en la investigación del uso de “Cámara Térmica” en la Estación Los Diamantes, en Guápiles, Pococí, con el objetivo de cumplir con la estrategia de contar con semilla limpia, esto consiste en una estructura cerrada forrada en plástico, que elimina el organismo causal por termoterapia, al producir incrementos de temperatura superiores a 50 °C, cuya finalidad es producir brotes de yuca sanos para regenerar plantas libres de la enfermedad. Esta técnica contribuirá a la sostenibilidad y productividad de la actividad en el país. Asimismo se trabaja en la selección de genotipos de yuca resistentes o tolerantes, facilitando un manejo de la enfermedad.



4. Beneficios de la tecnología

- Económicos: Un buen manejo de la enfermedad al usar semilla limpia aumenta los rendimientos en producción además de los costos del cultivo en atención fitosanitaria, tratamientos, prevención, control saneamiento y erradicación. Sociales: Se involucra a los productores en los procesos de capacitación y formación en los temas de interés en el cultivo de yuca lo cual les facilita en los procesos de cultivo de yuca.

¿Por qué la adopción?

Productores están consientes de la importancia de conocer aspectos relevantes de las enfermedades del cultivo y como evitarlas y combatirla, por lo que muestran gran interés de recibir capacitaciones constantes por parte de los técnicos y especialistas.

5. Restricciones de la tecnología

- Costos de la tecnología: el costo de la semilla *in vitro*, y que esta técnica debe hacerla una organización que disponga del equipo y conocimiento para ello.

6. Soporte técnico

Técnicos del MAG e INTA

7. Referencias bibliográficas

- Aguilar, E. 2012. Evaluacion de variedades promisorias de Yuca (Manihot Manihot esculenta esculenta). Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/charlacongreso.pdf>.
- Arguello, D; Laurent, J. 2001. Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (Manihot esculenta Crantz) para exportacion en Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-yuca-post.pdf.
- MAG. 2007. Caracterizacion de la Agrocadena de raices tropicales. Region Atlantica. Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/regionales/rha/raicestropicales.pdf>.
- Quan, C. 2002. Compendio del Cultivo de la yuca. Manihot esculenta Crantz.
- Rivas, A. S.F. Absorción de nutrimentos en el cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz) en San Carlos, ITCR. Costa Rica. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/absorcionnutrientes.pdf>.
- Torres, S. S.F. Chinche de la Yuca o Chinche subterraneo (Cyrtomenus bergi Froeschner) Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/09-chincheyuca.pdf>.

8. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador principal: Ing. Edgar Aguilar Investigador INTA

Punto de contacto: eaguilar@inta.go.cr

9. Datos de responsable de captura.

Nombre : Francisco Estrada Garro

Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA

Fecha: 11-11-2013

**FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN
PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES**

País. Costa Rica

1.2. Procesamiento de la yuca como alimento animal

<p>1. Cultivo: Yuca <i>Manihote esculenta</i> Crantz</p>
<p>Título de la tecnología disponible: Procesamiento de la yuca como alimento animal</p>
<p>2. Ubicación geográfica: Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte</p>
<p>3. Descripción de la tecnología</p> <p>Técnicos e investigadores han venido investigando en la utilización de la yuca como sustituto del maíz amarillo en la alimentación animal. Esto debido a que el país no es un productor competitivo de maíz amarillo. Esta alternativa permite brindar un nuevo proceso a la yuca para su uso en la producción pecuaria y la industria de alimentos para animal. En la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles-Pococí el INTA instaló un planta procesadora experimental donde se podrán obtener los productos deseados a base de yuca. La necesidad surge a partir de la dependencia de la importación de granos para la producción de concentrados, por lo cual se pensó en desarrollar alternativas para su sustitución con ello eliminando la posibilidad de encarecimiento de los alimentos elevando los costos de producción.</p> <p>La planta de procesamiento de yuca, está evaluando y validando la obtención de diferentes productos y definiendo líneas de proceso. De la yuca se obtienen muchos productos, ya sean de las raíces, del follaje o de los tallos. La raíz de yuca se caracteriza por tener un alto contenido de almidón y muy bajo contenido de proteína. De la raíz se obtienen la mayor parte de los productos, por ejemplo para la alimentación animal (trozos secos, harina o pellets) como fuente de carbohidratos energéticos. Para alimentación animal, el trozo seco será el principal y primer producto semi-procesado que saldrá de la planta de procesamiento. Este producto como tal puede ser utilizado directamente por pequeños productores en sus animales de granja, el cual mediante un molido artesanal o rudimentario, puede mezclar con otros</p>

ingredientes de la finca y ofrecerlo a sus animales.

Este producto también se dispondrá para la industria de alimentos para animales, empresas que pueden llevarlo a etapas posteriores de procesamiento para mezclas con otros ingredientes en la elaboración de sus concentrados, sustituyendo parcialmente el componente de maíz amarillo importado. Otro producto importante que saldrá de la planta será harina para alimentación animal. Los trozos secos continuarán en la línea de procesamiento de la planta, en donde mediante un molino de martillo los trozos secos serán molidos. La harina de yuca para alimentación animal seguirá otro proceso posterior en donde mezclada con otros ingredientes, principalmente ingredientes ricos en proteínas como puede ser la soya importada u otros ingredientes nacionales, como el mismo follaje del cultivo de la yuca, de *Cratylia argentea*, maní forrajero, morera, pueda convertirse en un alimento con mayor contenido nutricional (energía, aminoácidos, etc). Se estima que de una tonelada de yuca fresca se pueden obtener de 370 a 400 kg de trozos secos de yuca destinadas a la alimentación animal, la mayor parte proviene de la raíz, en forma de trozos secos, harinas, pellets.

La yuca es fuente de carbohidratos energéticos, es apropiada para alimentar tanto, animales jóvenes, como para engorde, de aquí que pueda sustituir el maíz en las raciones de cerdos, ganado de leche, ganado de engorde y aves.

4. Beneficios de la tecnología

- Económicos: Beneficio para los productores de yuca ya que se le da una transformación adicional a su producto. Ahorraría costos de producción en la actividad pecuaria al contar con un sustituto de la alimentación animal producido localmente.
- Social: una alternativa para que los pequeños y medianos productores puedan alimentar animales, diversificar sistemas de producción y mejorar la dieta de las familias.

¿Por qué la adopción?

Necesidad de los productores de contar con una alternativa de comercialización de su producto de segunda no apto para la exportación y que corresponden a pérdidas en el proceso de producción.

5. Restricciones de la tecnología

- Costos de la tecnología: requiere más validación y ajuste

6. Soporte técnico

Técnicos del MAG e INTA

7. Referencias bibliográficas

- Aguilar, E. 2012. Evaluacion de variedades promisorias de Yuca (Manihot Manihot esculenta esculenta). Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/charlacongreso.pdf>.
- Arguello, D; Laurent, J. 2001. Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (Manihot esculenta Crantz) para exportacion en Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-yuca-post.pdf.
- MAG. 2007. Caracterizacion de la Agrocadena de raices tropicales. Region Atlantica. Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/regionales/rha/raicestropicales.pdf>.
- Quan, C. 2002. Compendio del Cultivo de la yuca. Manihot esculenta Crantz.
- Rivas, A. S.F. Absorción de nutrimentos en el cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz) en San Carlos, ITCR. Costa Rica. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/absorcionnutrientes.pdf>.
- Torres, S. S.F. Chinche de la Yuca o Chinche subterraneo (Cyrtomenus bergi Froeschner) Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/09-chincheyuca.pdf>.

8. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador principal: Ing. Edgar Aguilar Investigador INTA

Dr. Jorge Morales Investigador INTA

Punto de contacto: eaguilar@inta.go.cr

jmorales@inta.go.cr

9. Datos de responsable de captura.

Nombre : Francisco Estrada Garro-

Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA

Fecha:11-11-2013

**FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN
PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES**

País. Costa Rica

1.3. Producción de semilla utilizando metodología *in vitro*

<p>1. Cultivo:</p> <p>Yuca <i>Manihote esculenta</i> Crantz</p>
<p>2. Título de la tecnología disponible:</p> <p>Producción de semilla utilizando metodología <i>in vitro</i></p>
<p>3. Ubicación geográfica:</p> <p>Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte</p>
<p>4. Descripción de la tecnología</p> <p>La tecnología de reproducción de semilla <i>in vitro</i> en una forma rápida de producción de semilla que consiste en la multiplicación de plantas a partir de microestacas de 1 cm de longitud en condiciones controladas de laboratorio. Esta técnica también denominada Cultivo de Tejidos Vegetales requiere equipo y personal especializado para la multiplicación clonal del material <i>in vitro</i> e instalaciones de invernadero para el endurecimiento de las plantas lo cual es necesario antes de llevar las plántulas a campo.</p> <p>La técnica consiste en la propagación a través de yemas apicales que permite la propagación cada 45 días a escala de 1:3-4 dependiendo del clon. Así mismo, se trabajará con un sistema de escala masiva (RITA®) que permite mejoras en la tasa de propagación de 1:6 a 1:23 dependiendo del clon. Datos preliminares de producción de materiales generados mediante técnicas <i>in vitro</i>, han mostrado rendimientos por encima de 7 -10 kg/planta en promedio</p> <p>Con este sistema de producción de semilla se busca el refrescamiento de los materiales actuales considerados contaminados con la enfermedad y desarrollar y multiplicar nuevos materiales con potencial de desarrollo (tolerante/resistente) que ameriten los procesos de limpieza y/o multiplicación <i>in-vitro</i> para programas de diseminación.</p>

Se ha evaluado el tratamiento térmico en varas 10 tomadas de campo con base en la producción individual de raíces de yuca, las cámaras son programadas para mantener temperaturas mayores a 65°C. Se evaluarán diferentes tiempos de incubación y posición del material de propagación dentro de la cámara.

Para la evaluación de la metodología de las cámaras se toman en cuenta los parámetros de cantidad de semillas que se obtienen por planta, porcentajes de germinación, cálculo de los costos de producción por estaca o plántula, impacto de la divulgación del conocimiento de la enfermedad y medición del impacto económico y social en el uso de semilla certificada.

5. Beneficios de la tecnología

- Económicos: Semilla sana libre de enfermedades que aseguran un buen desarrollo del cultivo elevando los rendimientos de cosecha.
- Ambientales: menor uso de agroquímicos.
- Sociales: mejora salud de productor y familia.

¿Por qué la adopción?

Necesidad de contar con semilla limpia de enfermedades y bajar costos de producción y aumentar ingresos por rentabilidad y productividad

6. Restricciones de la tecnología

- Costos de la tecnología

7. Soporte técnico

Técnicos del MAG e INTA

8. Referencias bibliográficas

- Aguilar, E. 2012. Evaluación de variedades promisorias de Yuca (Manihot esculenta sculenta). Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/charlacongreso.pdf>.
- Arguello, D; Laurent, J. 2001. Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (Manihot esculenta Crantz) para exportación en Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-yuca-post.pdf.
- MAG. 2007. Caracterización de la Agrocadena de raíces tropicales. Región Atlántica. Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/regionales/rha/raicestropicales.pdf>.
- Quan, C. 2002. Compendio del Cultivo de la yuca. Manihot esculenta Crantz.
- Rivas, A. S.F. Absorción de nutrientes en el cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz) en San Carlos, ITCR. Costa Rica. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/absorcionnutrientes.pdf>.
- Torres, S. S.F. Chinche de la Yuca o Chinche subterráneo (Cyrtomenus bergi Froeschner) Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/09->

chincheyuca.pdf .
<p>9. Datos de contacto profesional de la tecnología</p> <p>Investigador principal: Ing. Edgar Aguilar Investigador INTA</p> <p>Punto de contacto: eaguilar@inta.go.cr</p>
<p>10. Datos de responsable de captura.</p> <p>Nombre : Francisco Estrada Garro</p> <p>Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA</p> <p>Fecha: 11-11-2013</p>

**FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN
PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES**

País. Costa Rica

1.4. Desarrollo de variedades promisorias

<p>1. Cultivo:</p> <p><i>Yuca Manihot esculenta</i> Crantz</p>
<p>2. Título de la tecnología disponible</p> <p>Desarrollo de variedades promisorias</p>
<p>1. Ubicación geográfica:</p> <p>Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte</p>
<p>2. Descripción de la tecnología</p> <p>Respecto al cultivo de yuca las variedades más usadas son la Valencia y Señorita que cumplen con una buena producción y buena calidad de exportación. Los productores se proveen del material de siembra aprovechando los tallos dejados de la cosecha anterior. Sin embargo problemas con la adaptación o incremento de la incidencia de plagas y enfermedades ha venido promoviendo el desarrollo o identificación de nuevos materiales promisorios.</p> <p>Este desarrollo de nuevas variedades promisorias son evaluadas en ensayos de campo con distanciad de siembra de 1 entre plantas 1m entre hileras para una densidad de 10000 plantas/ha en la región Huetar Norte y 0.40m/plantas y 1.50m/hileras para una</p>

densidad de 16000 plantas/ha en la región Huetar Atlántica.

Se han evaluado las siguientes variedades (Valencia y Señorita como testigos):

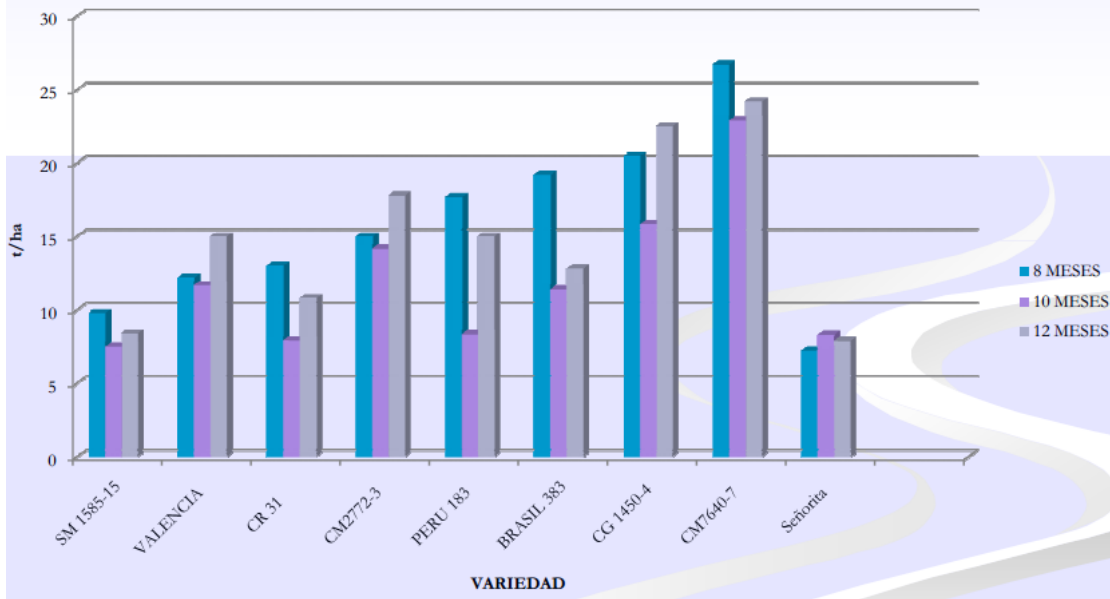
- SM 1585-15
- CR 31
- CM2772-3
- MPER 183
- BRA 383
- CG 1450 CG 1450-4
- CM7640-7

Se obtuvieron de los ensayos cuatro variedades promisorias

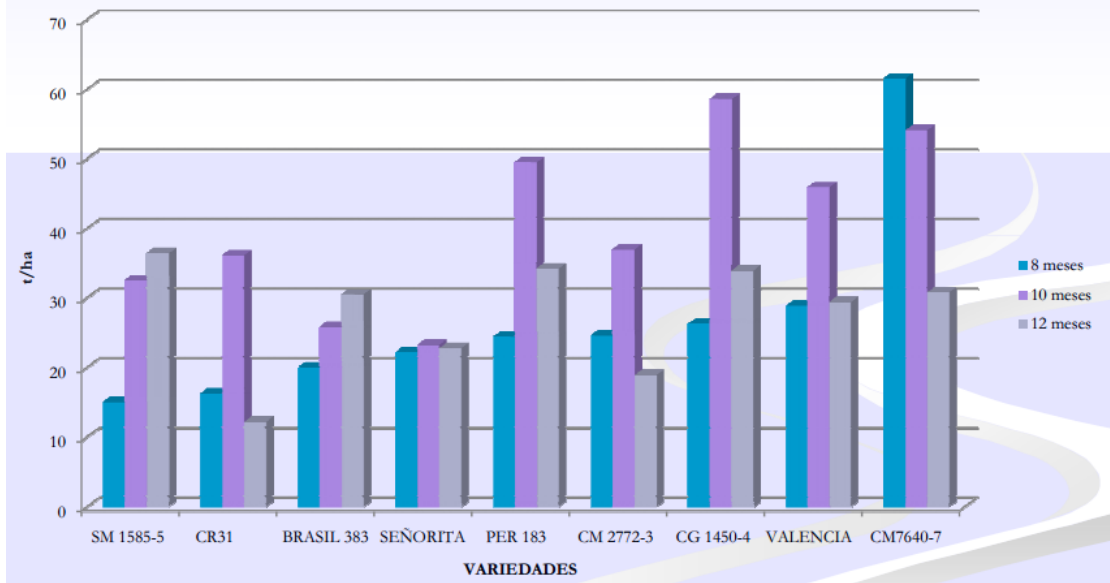
- CG1450-4,
- CM7640-7
- BRA 383
- MPER 183

Parte de los resultados de estas variedades promisorias se muestra en los gráficos siguientes en donde se demuestra como los pesos para congelado como parafinado mostraron como las variedades evaluadas presentan pesos superiores al testigo en este caso Valencia.

PESO DE RAICES PARA CONGELADO

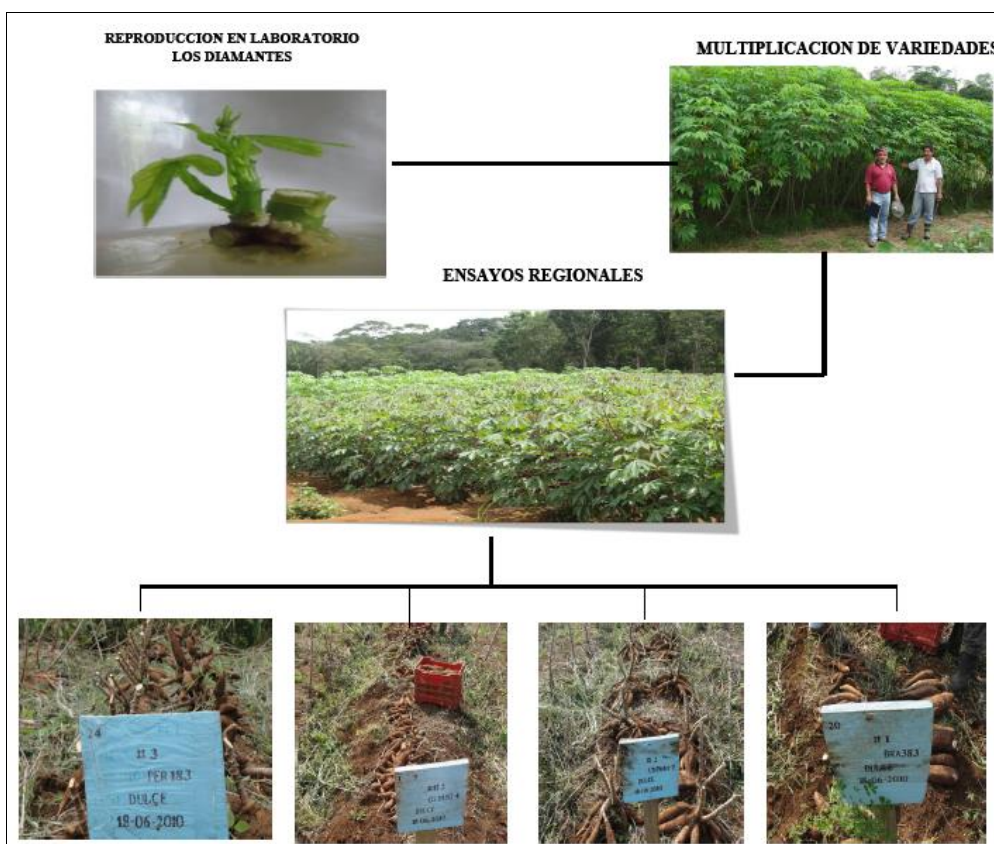


PESO RAICES PARA PARAFINADO



(Aguilar 2012)

Los materiales continúan en procesos de evaluación enfocada hacia cuero de sapo en las regiones Huetar Norte y Atlántica.



Proceso de selección y identificación de materiales promisorios de Yuca (Aguilar 2012)

3. Beneficios de la tecnología

- **Económicos:** semilla mejor adaptada a condiciones locales que sea altamente productiva y resistente a plagas y enfermedades, en relación al costo de producción los productores destinan un alto porcentaje a la compra de semilla alrededor del 10 % del total de los costos de ahí la importancia de contar con material de alto rendimiento y ajustado a las condiciones locales.
- **Ambientales:** los materiales al ser menos susceptibles al ataque de enfermedades pueden disminuir el uso de agroquímicos que contaminan el ambiente.

¿Por qué la adopción?

El productor puede disponer de material adaptado a las condiciones locales y que respondan mejor en cuanto al efecto de plagas y enfermedades es una necesidad constante por parte de los productores, debe ir acompañado de la aceptación por parte del mercado de los materiales.

4. Restricciones de la tecnología

- Costos de la tecnología: el desarrollo de los híbridos por parte de las instituciones ha sido costoso sin embargo el costo que paga el agricultor son los costos de producción de la semilla.
- Ambiental: Ninguno
- Social: los materiales seleccionados pueden facilitar al productor el manejo agronómico sin embargo las exigencias del mercado pueden limitar su uso a nivel de campo.

5. Soporte técnico

Técnicos de la UCR, MAG e INTA.

6. Referencias bibliográficas

Aguilar, E. 2012. Evaluación de variedades promisorias de Yuca (*Manihot Manihot esculenta* *esculenta*). Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/charlacongreso.pdf>.

Arguello, D; Laurent, J. 2001. Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (*Manihot esculenta* Crantz) para exportación en Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-yuca-post.pdf.

MAG. 2007. Caracterización de la Agrocadena de raíces tropicales. Region Atlantica. Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/regionales/rha/raicestropicales.pdf>.

Quan, C. 2002. Compendio del Cultivo de la yuca. *Manihot esculenta* Crantz.

Rivas, A. S.F. Absorción de nutrimentos en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en San Carlos, ITCR. Costa Rica. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/absorcionnutrientes.pdf>.

Torres, S. S.F. Chinche de la Yuca o Chinche subterráneo (*Cyrtomenus bergi* Froeschner) Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/09-chincheyuca.pdf>.

7. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador principal: Ing. Edgar Aguilar Investigador INTA

Punto de contacto: eaguilar@inta.go.cr

8. Datos de responsable de captura.

Nombre : Francisco Estrada Garro

Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA

Fecha: 11-11-2013

**FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN
PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES**

País. Costa Rica

1.5. Fertilización nitrogenada del cultivo de Yuca.

1. Cultivo: <i>Yuca Manihot sculenta</i> Crantz
2. Título de la tecnología disponible Fertilización nitrogenada del cultivo de Yuca
3. Ubicación geográfica: Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte
4. Descripción de la tecnología En general se menciona que la yuca no responde a fertilización. Sin embargo, se ha dicho que es un cultivo que "esteriliza" el suelo, pues extrae sus nutrimentos, esto origina que cultivos de yuca consecutivos en un mismo terreno disminuye paulatinamente sus rendimientos. Por lo tanto, se recomienda no sembrar dos veces seguidas un mismo lote si no se adiciona fertilizante en la segunda siembra, para mantener el nivel adecuado de nutrimentos, de lo contrario lo más conveniente hacer es rotar el cultivo. Como la yuca extrae muchos nutrientes del suelo, si se da una siembra inmediatamente después de una cosecha posterior y no se fertiliza , se reducen considerablemente los rendimientos y la calidad , y se presenta una mayor susceptibilidad a problemas sanitarios ,por eso en muchas ocasiones se ha recomienda la rotación de cultivos o la incorporación a las capas más superficiales del suelo de toda la vegetación producida (por el propio cultivo y la maleza), en el proceso de preparación del suelo. A la vez se puede aplicar como recomendación general 4 sacos de 10-30-10 ó 12-24-12, cuando ocurre la mayoría de la brotación, luego 3 meses de brotación, 6 sacos de 15-3-31, 20-3-20, 18-5-15-6-2. Según la situación económica de los productores, se pueden efectuar solamente dos aplicaciones de fertilizantes: una al inicio de la siembra con una fórmula alta en fósforo y otra al final, denominada "cosechera" -alta en potasio, generalmente suministrada a los 3 o 4 meses del ciclo del cultivo uno o tres meses antes de la cosecha.

5. Beneficios de la tecnología

- **Económicos:** el reincorporar los nutrientes extraídos después de la cosecha o descansar los sitios de siembra haciendo rotaciones de cultivos permite una adecuada recuperación de los nutrientes en el sitio lo que puede permitir la sostenibilidad de los terrenos para la producción de yuca en el tiempo asimismo la incorporación de fertilizantes ayudan a elevar los rendimientos obteniendo alta producción y yuca de mejor calidad. Los costos totales de la compra y aplicación de los fertilizantes representan para los productores cerca del 10 % de los cuales la mayoría corresponde a la compra de los fertilizantes químicos alrededor del 8 %, por lo que conocer el estado de nutrición de sus suelos y aplicarlos de acuerdo a las necesidades del cultivo los productores reducirían los gastos correspondientes al rubro de fertilización.
- **Ambientales:** ayuda a evitar el desgaste nutricional de los suelos o la llamada esterilización de los suelos por un manejo adecuado de la fertilidad del suelo.

¿Por qué la adopción?

Los productores adoptan esta tecnología ya que comprenden la necesidad de suministrar los nutrientes adecuados para un adecuado crecimiento y desarrollo de la planta posterior a la extracción de nutrientes de cosechas pasadas y la importancia de reponer estos nutrientes en cada plantación.

6. Restricciones de la tecnología

- **Costos de la tecnología:** altos costos de los fertilizantes así como la mano de obra de aplicación.
- **Ambiental:** sin un adecuado programa de fertilización basado en análisis de suelos se puede incurrir en excesos siempre recordar que son productos que pueden alterar la salud de los suelos y por lo tanto su disponibilidad y capacidad de absorción por la planta en futuras cosechas.

7. Soporte técnico

Técnicos del MAG e INTA

8. Referencias bibliográficas

Aguilar, E. 2012. Evaluación de variedades promisorias de Yuca (*Manihot Manihot sculenta* sculenta). Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/charlacongreso.pdf>.

Arguello, D; Laurent, J. 2001. Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (Manihot esculenta Crantz) para exportacion en Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-yuca-post.pdf.

MAG. 2007. Caracterizacion de la Agrocadena de raices tropicales. Region Atlantica. Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/regionales/rha/raicestropicales.pdf>.

Quan, C. 2002. Compendio del Cultivo de la yuca. Manihot esculenta Crantz.

Rivas, A. S.F. Absorción de nutrimentos en el cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz) en San Carlos, ITCR. Costa Rica. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/absorcionnutrientes.pdf>.

Torres, S. S.F. Chinche de la Yuca o Chinche subterráneo (Cyrtomenus bergi Froeschner) Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/09-chincheyuca.pdf>.

9. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador principal: Ing. Edgar Aguilar Investigador INTA

Punto de contacto: eaguilar@inta.go.cr

10. Datos de responsable de captura.

Nombre : Francisco Estrada Garro

Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA

Fecha: 11-11-2013

FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN
PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES

País, Costa Rica

1.6. Semilla asexual para siembra de Yuca

1. Cultivo: Yuca <i>Manihot sculenta</i> Crantz
2. Título de la tecnología disponible Semilla asexual para siembra de yuca
3. Ubicación geográfica: Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte
4. Descripción de la tecnología <p>La propagación comercial de la yuca es mediante estacas procedentes de tallos maduros y sanos, entre 20-30 cm de largo con seis u ocho yemas, de las cuales cuatro se entierran. Existe diversidad de criterios sobre la posición de la estaca, en la región Atlántica se siembra la estaca en posición inclinada, manifestando los productores que con esto se logra mayor facilidad de arranque. En la región Huetar Norte se cultiva la yuca en la posición horizontal.</p> <p>Los productores al momento de la selección de la semilla toman en cuenta tres características entre ellas:</p> <p>Tamaño: resulta importante para producir mayor número de raíces reservantes por planta y conseguir yucas más vigorosas para la comercialización final. Unos 20 cm de estaca se consideran idóneos, pues así se aprovecha el tallo restante para otras estacas de siembra.. Otras más largas dan pocos beneficios adicionales a la planta y un costo económico mayor.</p> <p>b. Nivel del tallo que da origen a la estaca : la estaca de mayor producción por excelencia es la de los niveles medios, es decir ni muy sazona ni muy tierna,. Por ello, se deben evitar las apicales o las muy tiernas, ya que su producción será más baja y probablemente más susceptible a daños fisiológicos y patológicos.</p> <p>c. Posición de siembra: en cuanto a este aspecto, hay cierta dificultad para discernir lo idóneo, porque investigadores de diversas regiones han reportado resultados diferentes y casi todos han dado su recomendación con base en la producción obtenida.</p>

La yuca se cultiva en plano, en suelos bien sueltos, en este caso se realiza una quema previa con paraquat, en este caso el destino de la yuca es el mercado nacional.

En la región Caribe, en pequeñas plantaciones, por lo general, se trabaja con mínima labranza, se chapea, se aplica un herbicida quemante y finalmente se siembra.

En el caso de la variedad Valencia en explotaciones comerciales se siembra a 40 cm entre plantas y 1.21.m entre lomillos. En San Carlos se acostumbra usar 1,2 m entre surcos y 60 cm entre plantas, pero se pueden utilizar distancias desde 1 x 1 hasta 1,2 x 0,6 m.

5. Beneficios de la tecnología

- Económicos: Una adecuada selección del material de siembra y preparación de terrenos asegura una alta productividad en las áreas de siembra, así como la calidad y tamaño de la yuca será mejor, en total la preparación de suelo, la selección y compra de semilla tanto en insumos como mano de obra corresponden a cerca del 30 % del total de gastos de producción de una hectárea de yuca de ahí la importancia de realizar estas prácticas de manera adecuada y siguiendo las recomendaciones y ajustarse a las necesidades de los sitios.
- Sociales: Genera mano de obra en las zonas de plantación ya que los procesos de siembra y preparación de terrenos son altamente demandantes en mano de obra.
- Ambientales: selección de semilla de buena calidad, limpia y con suelos limpios y bien preparados puede reducir el uso de agroquímicos para el manejo posterior por la incidencia de plagas y enfermedades.

¿Por qué la adopción?

Aseguramiento de material de siembra de buena calidad así como una adecuada preparación de terreno asegura buenos rendimientos y yucas de mejor calidad.

6. Restricciones de la tecnología

- Costos de la tecnología: mayor inversión por uso de mano de obra

7. Soporte técnico

Técnicos del MAG e INTA

8. Referencias bibliográficas

Aguilar, E. 2012. Evaluación de variedades promisorias de Yuca (Manihot Manihot esculenta esculenta). Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/charlacongreso.pdf>.

Arguello, D; Laurent, J. 2001. Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (Manihot esculenta Crantz) para exportación en Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/ciencia/tec-yuca-post.pdf.

MAG. 2007. Caracterización de la Agrocadena de raíces tropicales. Región Atlántica. Costa Rica. Disponible en

<http://www.mag.go.cr/regionales/rha/raicestropicales.pdf>.

Quan, C. 2002. Compendio del Cultivo de la yuca. Manihot esculenta Crantz.

Rivas, A. S.F. Absorción de nutrimentos en el cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz) en San Carlos, ITCR. Costa Rica. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/absorcionnutrientes.pdf>.

Torres, S. S.F. Chinche de la Yuca o Chinche subterráneo (Cyrtomenus bergi Froeschner) Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/09-chincheyuca.pdf>.

9. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador principal: Ing. Edgar Aguilar Investigador INTA

Punto de contacto: eaguilar@inta.go.cr

10. Datos de responsable de captura.

Nombre : Francisco Estrada Garro

Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA

Fecha: 11-11-2013

FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN
PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES

País. Costa Rica

1.7. Control Químico de malezas en Yuca.

1. Cultivo: Yuca <i>Manihot esculenta</i> Crantz
2. Título de la tecnología disponible Control Químico de malezas en Yuca.
3. Ubicación geográfica: Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte
4. Descripción de la tecnología <p>En este cultivo el manejo de malezas es muy importante y se presenta un período crítico de competencia que va desde la siembra hasta los tres meses. De acuerdo con la EPA (Environmental Protection Agency) del USDA, se puede utilizar ametrina como preemergente y paraquat como quemante a la siembra o bien en el transcurso del cultivo hasta los tres o cuatro meses cuando cierre la plantación.</p> <p>Una vez realizada la siembra, se aplica un pre-emergente Atrazina + Pendimetalina a 150 ml de cada producto en mezcla por bomba de espalda, si existen malezas pequeñas debe agregarse a la mezcla, 100 ml de Paraquat.</p> <p>Cuando el efecto del pre-emergente haya desaparecido es necesario combatir las gramíneas, con productos como Fluasifop 60 ml/bomba o, Haloxifop 45 ml/bomba, o bien debido al alto costo de estos graminicidas, podría realizarse control de malezas manual y el uso de motoguadaña entre hileras o lomillos.</p> <p>Un manejo más amigable con el ambiente puede utilizarse un quemante antes de la siembra y posteriores combates de malezas realizarlos mediante combinación de deshierbas cerca de la planta y aplicación de quemantes entre hileras o lomillos. Una opción es sembrar leguminosas arbustivas entre hileras o calles tales como la Cannavalia, esta opción requeriría entre 10-15 kg de semilla por ha. .</p>
5. Beneficios de la tecnología <ul style="list-style-type: none"> ● Económicos: genera condiciones adecuadas para el desarrollo inicial del cultivo lo que puede generar en una alta productividad por hectárea. ● Ambientales: un buen manejo desde el punto de vista sostenible y amigable con el ambiente puede reducir el uso de herbicidas.

¿Por qué la adopción?

Sin un adecuado manejo de las malezas en el punto crítico de los primeros tres meses los productores que no realicen un manejo adecuado sufriría de pérdidas y bajas en el rendimiento así como yuca de baja calidad.

6. Restricciones de la tecnología

- Costos de la tecnología: altos costos de los agroquímicos utilizados para el control, la labor de deshierba y evitar la competencia de malezas al cultivo es vital en los primeros estados del desarrollo del cultivo el productor invierte un alto porcentaje de los costos de inversión para una ha de yuca cercano al 5 % de los cuales 4% corresponde a la mano de obra necesaria para la aplicación de los herbicidas por lo que un manejo integral en donde el productor pueda reducir el uso de agroquímicos reduciría sus costos principalmente por la reducción en el uso de mano de obra.

7. Soporte técnico

Técnicos del MAG e INTA

8. Referencias bibliográficas

Aguilar, E. 2012. Evaluación de variedades promisorias de Yuca (*Manihot Manihot esculenta* *esculenta*). Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/charlacongreso.pdf>.

Arguello, D; Laurent, J. 2001. Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (*Manihot esculenta* Crantz) para exportación en Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/ciencia/tec-yuca-post.pdf.

MAG. 2007. Caracterización de la Agrocadena de raíces tropicales. Región Atlántica. Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/regionales/rha/raicestropicales.pdf>.

Quan, C. 2002. Compendio del Cultivo de la yuca. *Manihot esculenta* Crantz.

Rivas, A. S.F. Absorción de nutrientes en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en San Carlos, ITCR. Costa Rica. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/absorcionnutrientes.pdf>.

Torres, S. S.F. Chinche de la Yuca o Chinche subterráneo (*Cyrtomenus bergi* Froeschner) Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/09-chincheyuca.pdf>.

9. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador principal: Ing. Edgar Aguilar Investigador INTA

Punto de contacto: eaguilar@inta.go.cr

10. Datos de responsable de captura.

Nombre : Francisco Estrada Garro

Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA

Fecha: 11-11-2013

FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN

PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES

País. Costa Rica

1.8. Tratamiento poscosecha de yuca a base de parafina

1. Cultivo: Yuca <i>Manihot esculenta</i> Crantz
2. Título de la tecnología disponible Tratamiento poscosecha de yuca a base de parafina
3. Ubicación geográfica: Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte
Descripción de la tecnología <p>El parafinado de la yuca se realiza para producir una barrera física entre la raíz y el medio para controlar o reducir la absorción de oxígeno y de esta manera que no se produzca la oxidación interna vascular que presenta coloraciones oscuras y cafés en la pulpa de la raíz. Consiste en sumergir la yuca en parafina líquida, la cual está a una temperatura superior a los 100 °C y dejarla solidificarse o secarse a temperatura ambiente, para protegerla del deterioro vascular.</p> <p>El proceso de parafinado conlleva que las yucas cosechadas sean lavadas, secadas para luego parafinarlas y empacarlas en cajas para la exportación (23 kg). La yuca húmeda, con rastros de humedad perceptible (agua superficial) debe evitarse, porque su efecto podría ser dañino cuando se encapsula humedad en la superficie interna de la cáscara en forma de vapor de agua; además de promover el deterioro microbiológico por incidencia de hongos y bacterias.</p> <p>Si la yuca ha permanecido más de 10 horas después de ser cosechada debe ser muestreada para verificar su condición de calidad, y verificar si ha indicado el deterioro fisiológico vascular prematuro, especialmente si la cosecha se ha realizado en periodos de alta pluviosidad donde el producto está muy húmeda tanto interna como externamente, además de considera que esta fue lavada anteriormente. El muestreo consiste en cortar las puntas (parte distal) de la raíz y ver si hay coloración oscuras o con puntos de color negro.</p> <p>La temperatura a la cual se debe sumergir la yuca en la parafina debe contemplar varios factores, entre ellos, el grado de pureza de la sustancia, relación costo/rendimiento, el sistema de parafinado (mecánico o manual), la apariencia visual (cuando la parafina está a temperatura baja, la superficie de la yuca queda de color blanco), por lo que se afecta la calidad final del producto.</p>

Según estudios realizados por el INTA y UCR la temperatura de la parafina deberá ser entre alrededor de 150 °C , algunos trabajos han mostrados que temperatura de 120 °C 130 °C llega a gastar alrededor de un 20% más de parafina. Esta temperatura recomendada da un acabado transparente adecuado al producto, además temperaturas por debajo de los 120 °C dan una apariencia blancuzca no adecuada para una calidad de exportación y temperaturas mayores a 150 °C favorece que ciertos componentes de la parafina se sublimen y puedan afectar a los operarios al condensarse en el interior del organismo luego de ser aspirados, además que se gasta más parafina ya que se pierde por sublimación.



Parafinado manual



Parafinado con equipo mecánico

El parafinado debe cubrir toda y completamente la superficie de la raíz para que no se el deterioro fisiológico interno de la yuca, ya que en los espacios que no sean cubiertos puede infiltrarse oxígeno que active la acción de la enzima polifenoloxidasa y producir el deterioro vascular.

Se han realizado investigaciones para tratar de utilizar algún producto que sustituya la parafina, sin embargo no se han tenido muy buenos resultados. De manera que todavía no hay tecnología disponible sea un producto sustituto químico u orgánico con alternativa al uso de la parafina. No obstante se está desarrollando investigación para encontrar sustitutos a la parafina.

4. Beneficios de la tecnología

Económicos: el parafinado es el tratamiento clave en la exportación de yuca fresca y que llegue en buenas condiciones a su destino final. A futuro si se valida un sustituto orgánico a la parafina, se podrá tener la opción de tener y ofrecer una yuca totalmente orgánica, pudiendo contar con un diferencial económico positivo en el precio, tanto en el mercado nacional como internacional.

- Sociales: si es sustituida la parafina los trabajadores no tendrán el riesgo de problemas de salud laboral al no absorber parafina gaseosa en la aplicación del tratamiento, ni riesgos en quemaduras.
- Ambientales: no habrá desechos inorgánicos con la parafina adherida en la cáscara de la yuca en sus puntos de consumo.

¿Por qué la adopción?

La parafina ayuda a mantener las condiciones de la yuca fresca para exportación y prevenir el deterioro vascular. No obstante ha sido prohibido en Europa y otros países como parte de los materiales que contenían los empaques de cartón corrugado y utilizado como recubrimientos para protegerlos de la alta humedad relativa, condición básica para mantener los productos frescos en refrigeración durante su transporte. Esta prohibición se debe principalmente a que es un producto no reciclable y aunque el cartón si se recicla, cuando contiene parafina adherida es muy difícil su procesamiento o su costo es elevado.

El mercado de Estados Unidos de América, el cual es uno de los principales mercados de la yuca que produce Costa Rica, también tiene este mismo criterio acerca de la parafina (como producto inorgánico subproducto de hidrocarburos), sin embargo ha dado permiso un período de años determinado para que se desarrolle alguna alternativa de sustitución de la parafina, sin embargo el mercado podría cerrarse en cualquier momento por restricciones de uso de materiales prohibidos en el empaque de productos frescos. Ya que aunque la yuca es pelada y cocinada para su consumo, queda como residuo no reciclable o más caro de reciclar la cáscara con la parafina.

De existir un sustituto a la parafina la adopción de la nueva tecnología sería casi inmediata por todos los problemas mencionados anteriormente con la parafina.

5. Restricciones de la tecnología

Dentro del campo de la salud laboral, existen peligros y riesgos en la salud de los trabajadores que realizan esta labor de parafinado al no tener controles de la temperatura a la cual mantienen la parafina líquida. Al exponer la parafina a temperaturas mayores a su punto de fusión, los componentes de esta se subliman y son aspirados por los trabajadores y posteriormente se condensan dentro del organismo.

No existe ningún producto inorgánico u orgánico en el momento probado y eficiente para utilizar como tratamiento poscosecha de cobertura de superficie de la yuca fresca para prevenir el deterioro vascular.

Por cualquier método que se utilice para parafinar la yuca, ya sea eléctrico, leña, gas, etc. la carga térmica siempre es elevada, convirtiendo esta labor en una de las más costosas dentro del punto de vista de costos, en la producción y exportación de yuca fresca.

6. Soporte técnico

Técnicos y profesionales de INTA y UCR

7. Referencias bibliográficas

FAO "Norma de calidad comercial para la exportación de yuca fresca parafinada", publicados por la FAO, "Un programa TCP" /COS/ 8955, adendum núm. 2.12. 4 p.

Fonseca, J. 1996 *Determinación de la temperatura ideal de la parafina utilizada como material de cobertura para la yuca de exportación*. Info a UCR. En prensa: Boletín del Laboratorio de Tecnología Poscosecha-Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad, de Costa Rica. 7 p.

Fonseca, J. y González, C. 1996. *Alargamiento de la vida comercial de la yuca cv Valencia con el uso de materiales de cubierta*. Informe a la UCR (en prensa): Boletín Laboratorio de Tecnología Poscosecha. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. 9 p.

Fonseca, J. y Saborío, D. 1996. *Determinación de la temperatura óptima de almacenamiento de la yuca (Manihot esculenta cv. Valencia) parafinada de exportación de Costa Rica*. Informe a Vic. Inv. -Univ. Costa Rica- En prensa:

Fonseca, J. y Saborío, D. 2001. *Tecnología poscosecha de la yuca fresca parafinada (Manihot esculenta Crant) para exportación en Costa Rica*. -San José, C.R.: MAG, 2001. 56 p.

Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. 1991. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 284 p.

Passam, C. y Noon, R. 1979. *Deterioration of yams and cassava during storage. Proceedings of the asocitation of applied biologists*. Tropical Producis Institute. London. pp. 436-439

Saborío, D. y Castro, M. 1996, *Diagnóstico sobre manjo poscosecha de yuca fresca parafinada para exortación de la zona norte de Costa Rica*. Documento informe para Convenio UCR-CNP. San José, Costa Rica. 12 p.

Sales, A. y Leihner, D. 1979. *Influence of period and conditions of storage on growth an yield of cassava*. From: Postharves Institue Information Center. Idaho, USA. pp. 33-37

Sales, A. y Leihner, D. 1979.. *Post-harvest durability of fresh roots of cassava varieties in Fffland storage of roots in moist sawdust*. F ji Agric, J. pp. 95-101.

8. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador principal: Daniel Saborío A.

Punto de contacto: dsaborio@inta.go.cr
9. Datos de responsable de captura. Nombre : Daniel Saborío A. Institución / INTA-Costa Rica Fecha: 07-02- 2014

**FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN
PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES**

País. Costa Rica

1.9. Semilla de Calidad y estándares para producción

1.Cultivo: <i>Yuca Manihot esculenta</i> Crantz
2.Titulo de la tecnología disponible Semilla de Calidad y estándares para producción
3.Ubicación geográfica: Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte
4.Descripción de la tecnología Con la participación de la oficina Nacional de Semillas de Costa Rica se procedió a la creación de del reglamento Tecnico para la producción de semilla de Yuca (Disponible en http://www.ofinase.go.cr/index.php?option=com_booklibrary&Itemid=108&lang=es) El reglamento se creó por la necesidad de los productores de contar con semilla limpia certificada obtenida principalmente por cultivo in vitro. El reglamento ofrece los lineamientos los registros necesarios y la información requerida para optar por la producción de semilla certificada tomando en cuenta aspectos como variedad de siembra, terrenos de siembra, inscripción de las unidades de producción así como los procedimientos de las inspecciones en campo; y requerimientos para el cumplimiento de la calidad sanitaria para optar por el certificado. El reglamento a la vez establece los

lineamientos de los laboratorios para inscribirse como productores de semilla limpia de yuca.

Entre los aspectos más importantes del reglamento de certificación de semillas se encuentran (ONS 2012) :

Se permitirán para certificación de semilla aquellas variedades con características genéticas reconocidas a través de evaluaciones comparativas y que hayan demostrado un comportamiento adecuado en las condiciones ambientales de uso. Estas variedades deberán estar inscritas en el Registro de Variedades Comerciales de acuerdo a la Ley de Semillas y su Reglamento.

La certificación de semillas requiere que el material de reproducción cuente con identidad genética reconocida o verificada y pureza de la variedad. Podrán utilizarse procedimientos biotecnológicos para la identificación del genotipo a certificar. Asimismo, se deberán eliminar aquellas plantas fuera de tipo o que se consideren como mezclas varietales.

La aclimatación se debe hacer preferiblemente en un invernadero de malla especial que impida el ingreso de insectos vectores de enfermedades. Además, debe contar con un sistema de riego por micro aspersión, para programar y regular la humedad ambiental y así evitar la deshidratación de las plántulas. Las plantas deben tener más de 6 centímetros de altura y un mínimo de cuatro hojas, con el tallo bien desarrollado. El tiempo mínimo de permanencia de las plantas en la fase de aclimatación es de cinco semanas

No se permitirá para la producción de estacas certificadas, terrenos que hayan sido sembrados con yuca comercial durante los tres años anteriores. Se podrán permitir terrenos que hayan tenido una rotación durante dos años con otros cultivos que no sean hospederos de plagas o enfermedades que afectan a la yuca, o bien que hayan tenido un “descanso” de un mínimo de tres años. Se debe contemplar una distancia mínima de 50 metros con respecto a otras plantaciones comerciales de yuca; la distancia debe ser mayor, dependiendo de la dirección del viento y de la presencia de plagas y enfermedades en las plantaciones vecinas. Se debe contemplar el uso de barreras naturales para mejorar el aislamiento.

Las personas interesadas en producir plantas in vitro de yuca, plantas aclimatadas y estacas certificadas deben inscribirse en la Oficina Nacional de Semillas y aportar la siguiente información:

1. Nombre o razón social del solicitante.
2. Número de cédula física o jurídica.
3. Dirección, teléfono y correo electrónico del solicitante.
4. Ubicación del laboratorio; del invernadero o de las parcelas de producción de

semilla (de estacas)

5. Nombre del encargado de la unidad de producción

6. Área del laboratorio (m²), área del invernadero (m²), área de los campos de producción (m²)

7. Capacidad de producción. (Cantidad de plantas por año).

8. Pagar el canon correspondiente al Registro de inscripción del laboratorio, invernadero o parcelas para la producción de semillas certificadas, en la Oficina Nacional de Semillas.

9. Llevar control de ventas de material genético, mediante el uso del formulario oficial proporcionado por la ONS., en el cual se debe incluir el nombre de la empresa productora (productor), el nombre del cliente con su dirección y número de teléfono, la variedad y cantidad de plantas in Vitro, plantas endurecidas o estacas certificadas vendidas, el número de lote y la categoría.

El laboratorio debe contar obligatoriamente con área de lavado, área de preparación de medios de cultivo y soluciones madre, área de esterilización, área de transferencia y área de incubación (cuartos de crecimiento).

Las estaciones experimentales y los colegios técnicos profesionales agropecuarios podrán participar en el proceso de aclimatación o endurecimiento de plantas producidas in vitro y en la producción de semilla vegetativa certificada (estacas), siempre y cuando inscriban sus instalaciones en la **Oficina Nacional de Semillas** y aprueben la inspección respectiva.

Una vez presentada la documentación pertinente, se realizará una visita de verificación y de georeferenciación de la unidad reproductiva (laboratorio, invernadero de aclimatación y parcelas de producción de estacas). Se verificará que el material genético provenga de centros de investigación o de campos de producción certificados por la Oficina Nacional de Semillas.

Previo a la siembra se verificará la condición del terreno. Asimismo, se realizará una inspección dos meses después de la siembra, y otra antes de la cosecha de las estacas. Se evaluará la condición sanitaria, la incidencia de plantas fuera de tipo y la condición fisiológica del cultivo.

Las plantas deben estar libres de las enfermedades más importantes del cultivo: *Diplodia manihotis*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Sphaceloma manihoticola* (Super alargamiento), *Xanthomonas axonopodis p.v. manihotis* (mancha bacterial), virus – fitoplasma (Cuero de sapo), *Erwinia carotovora* (Putridión bacterial del tallo) *Agrobacterium tumefaciens* (agalla bacterial del tallo), *Colletotrichum sp.* (antracnosis) *Phoma sp.* (mancha de anillos circulares) Así como de plagas que puedan afectar el cultivo, entre ellas: Barrenadores del tallo, ácaros, escamas, trips, anastrepha, coleópteros y comején. Para las enfermedades transmisibles por semilla no hay tolerancia (tolerancia cero), las plantas que muestren síntomas se deben eliminar de inmediato.

Calidad fisiológica:

De este factor depende en gran medida la capacidad de la estaca de brotar y producir una planta vigorosa. El estado nutricional de la planta es determinante para obtener estacas con reservas nutritivas adecuadas. Por tanto, debe existir un adecuado programa de fertilización en las parcelas destinadas para la producción de semilla. Una plantación con síntomas evidentes de deficiencias nutricionales podrá ser descartada como fuente de semilla certificada.

Las semillas (estacas) se seleccionarán de los tallos primarios o la parte basal de los tallos preferentemente evitándose las partes apicales (partes más herbáceas) de los tallos debido su mayor tendencia a deshidratación y menor concentración de nutrientes. La edad mínima de cosecha de la semilla (estacas) será de 8 a 10 meses, dependiendo del ciclo de la variedad. En caso de que se utilice micropropagación acelerada, el tiempo de cosecha puede ser menor. La utilización de las plantas in vitro para la producción de semilla (estacas), no puede exceder cuatro ciclos de multiplicación en campo, a menos que su sanidad sea satisfactoria.

Categorías de semilla:

- Prebásica: Corresponde a las plantas libres de enfermedades producidas in vitro aclimatadas o no.
- Fundación: Se refiere a la primera producción de estacas obtenidas a partir de la siembra en campo de las plantas in Vitro.
- Certificada A: Se le asigna esta categoría a las estacas producidas a partir de la semilla de fundación.
- Certificada B: Estacas procedentes de la siembra en campo de la semilla Certificada A
- Certificada C: Estacas que se producen a partir de la siembra en campo de la categoría Certificada B.

Cada laboratorio y cada productor de estacas certificadas, inscritos ante la Oficina Nacional de Semillas, deben llevar un registro de ingreso y salida del material de propagación, en el formulario correspondiente aportado por la ONS.

5. Beneficios de la tecnología

- Económicos: el contar con semilla limpia certificada asegura buenos rendimientos por la reducción de la incidencia de plagas y enfermedades, la semilla representa para el productor cerca de un 8 % en compra, transporte, preparación de la semilla y siembra, el comprar semilla certificada podría incrementar este costo pero el productor aseguraría un mayor rendimiento y menores pérdidas por el ataque de enfermedades como el Cuero de Sapo.
- Sociales: se generan nuevas fuentes de empleo por organizaciones o grupos que se destinen a generar y desarrollar semilla limpia certificada de yuca para la producción local.
- Ambientales: material limpio evita o disminuiría el uso de agroquímicos para el

control de enfermedades.

¿Por qué la adopción?

Por la necesidad de contar con semilla limpia de enfermedades las cuales están originando elevadas pérdidas en la producción.

6. Restricciones de la tecnología

- Costos de la tecnología: alto costo de inversión inicial para el establecimiento de empresas que se dediquen al desarrollo de la semilla, así como el costo de la semilla limpia.

7. Soporte técnico

Técnicos del MAG e INTA

8. Referencias bibliográficas

- Abraham, G. 2012. El subsector de raíces y tubérculos tropicales en Costa Rica. Congreso Internacional de Clayuca Costa Rica 2012. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/01-futuroagro.pdf>.
- Aguilar, E. 2012. Evaluación de variedades promisorias de Yuca (Manihot esculenta sculenta). Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/charlacongreso.pdf>.
- Arguello, D; Laurent, J. 2001. Tecnología post cosecha de yuca fresca parafinada (Manihot esculenta Crantz) para exportación en Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-yuca-post.pdf.
- BID. 2012. Estrategia de innovación tecnológica para mejorar la productividad y competitividad de cadenas de producto para centroamérica y República Dominicana. .
- MAG. 2007. Caracterización de la Agrocadena de raíces tropicales. Región Atlántica. Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/regionales/rha/raicestropicales.pdf>.
- ONS. 2012. Reglamento técnico para producción de semilla de yuca (Manihot esculenta). Oficina nacional de semillas. Disponible en http://www.ofinase.go.cr/index.php?option=com_booklibrary&Itemid=108&language=es
- Quan, C. 2002. Compendio del Cultivo de la yuca. Manihot esculenta Crantz.
- Rivas, A. S.F. Absorción de nutrientes en el cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz) en San Carlos, ITCR. Costa Rica. Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/absorcionnutrientes.pdf>.
- Torres, S. S.F. Chinche de la Yuca o Chinche subterráneo (Cyrtomenus bergi Froeschner) Disponible en <http://www.clayucacr.org/docs/ivcongreso/09-chincheyuca.pdf>.

9. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador principal: Ing. Edgar Aguilar Investigador INTA

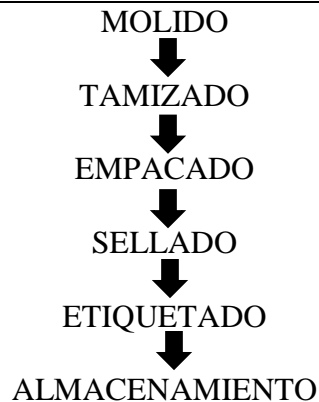
Punto de contacto: eaguilar@inta.go.cr
10. Datos de responsable de captura. Nombre : Francisco Estrada Garro Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA Fecha:11-11-2013

**FICHA PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN
PARA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS REGIONALES**

País. Costa Rica

1.10. Harina de yuca para consumo Humano

1.Cultivo: Yuca <i>Manihot esculenta</i> Crantz
2. Título de la tecnología disponible Harina de Yuca para consumo humano.
3.Ubicación geográfica: Región Huetar Atlántica y Región Huetar Norte
4.Descripción de la tecnología Para desarrollar la harina de yuca, se deben seguir los pasos que se detallan a continuación: DIAGRAMA DE PROCESO PARA ELABORAR HARINA DE YUCA <p align="center"> SELECCIÓN MATERIA PRIMA ↓ LAVADO ↓ PELADO ↓ TROCEADO ↓ CUBETEADO ↓ CARGADO DE BANDEJAS ↓ DESHIDRATACIÓN ↓ </p>



DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO

Selección: La materia prima a pesar de ser un excedente de exportación, debe cumplir con diferentes características de calidad, de las cuales se deben analizar daños mecánicos, pudrición, residuos de agroquímicos o materiales extraños, daños por insectos o roedores, así como las características generales de los tubérculos en lo referente a su color, aroma y textura, entre otros. Ninguno de los defectos anteriores, pueden ser permitidos para aspectos relacionados con el valor agregado, ya que se pretende obtener un producto final inocuo y de buena calidad.

Vale anotar que en la selección de materia prima, no se consideran como defecto o rechazo aspectos tales como: tamaño, peso, forma, pues estas son características que no afectan el proceso productivo de la harina.

Lavado: se debe lavar la materia prima con agua y un cepillo con el fin de eliminar toda la tierra que traiga el producto. Posteriormente, la yuca fresca debe ser sumergida en agua clorada a 200 ppm, con el fin de reducir la carga microbiana y eliminar los restos de materia orgánica presente.

Pelado: se realiza manualmente utilizando cuchillos de acero inoxidable y con filo. Por el tipo de cáscara de yuca, se debe hacer un corte transversal que apenas toque la parte pulposa y con el mismo cuchillo se aplica una técnica “tipo palanca”, de forma tal que se pueda separar la cáscara de la pulpa.

Cubeteado: la reducción del tamaño de la yuca, se realizará formando cubos de 3mm de lado y 2 mm de ancho, con el fin de facilitar el proceso de deshidratación.

Cargado de bandejas: los cubos se van colocando en la bandeja perforada que se va a utilizar el proceso de deshidratación. Se debe dejar un espacio aproximadamente de un mm para entre un cubo y otro, con el fin de facilitar la circulación del aire dentro del deshidratado u horno de convección forzada (abanico),

Deshidratación: las bandejas con los cubos de yuca se colocan en el equipo seleccionado, el cual se ha precalentado a una temperatura de 80°C, con el fin de facilitar la transferencia de calor por conducción hacia el material que se va a

deshidratar.

Para que el proceso de eliminación de humedad sea paulatino, la temperatura del equipo debe bajarse a 60 °C, lo que va a permitir que el agua libre se libere rápidamente y posteriormente lo haga la “ligada” o intracelular. Luego de que hayan transcurrido 30 minutos, se debe empezar a tomar cada 15 minutos la humedad del material, hasta que se alcance una humedad de 7-8 %; para una mayor efectividad de la medición, se deben tomar las muestras de diferentes puntos de la bandeja.

Molido: al terminar la etapa del deshidratado, se deja que los cubos de yuca se enfríen, con el fin de que se facilite la operación unitaria de la molienda. Para tal fin, debe utilizarse un molino de martillos o un equipo similar.

Tamizado: con el fin de uniformar la granulometría de la harina obtenida, es conveniente que ésta se tamice tomando en consideración las especificaciones establecidas por el posible comprador.

Empacado: por ser un producto deshidratado, la harina de yuca es muy propensa a absorber la humedad del ambiente (higroscópica), motivo por el cual debe ser empacada en bolsas de papel, en envases plásticos de polietileno de alta densidad, bolsas de polietileno de alta densidad, entre otro tipo de empaque con características similares.

Sellado: debe ser hermético, con el fin de evitar que se altere la estabilidad de la harina de yuca. La técnica a utilizar va a depender del material y estilo del empaque seleccionado.

Etiquetado: esta operación unitaria se va a llevar a cabo de acuerdo con la presentación del empaque a utilizar.

Almacenamiento: este tipo de productos deben ser almacenados en un lugar seco y fresco, por lo indicado en la descripción de la operación unitaria del empackado.

La harina de yuca, puede ser comercializada como tal o formar parte de una formulación de snacks, tortas de carne preparadas, repostería, panificación (debe mezclarse preferiblemente con harina de trigo) o para consumo de personas celiacas entre otras opciones.

11. Beneficios de la tecnología

- **Económicos:** se da un valor agregado a la yuca, permitiendo la diversificación en la presentación y consumo del producto y generando ingresos adicionales al producto en fresco.
- **Sociales:** Sirve como fuente de alimento para las personas celiacas, además para mejorar la dieta de las familias.
- **Ambientales:** se pueden utilizar las yucas de desecho para consumo en fresco, procesándolas y así generando un menor impacto al ambiente.

¿Por qué la adopción?

La tecnología como tal, ha sido adoptada en forma artesanal y/o industrial, dependiendo de la proyección que le desee dar. El proceso productivo es muy sencillo de desarrollar, pero a la vez tedioso, principalmente en lo referente a la eliminación de la humedad del material. A nivel artesanal, los que hacen harinas, generalmente utilizan secadores solares o el secado a cielo abierto, lo que directa o indirectamente puede afectar la inocuidad y calidad del producto terminado. El industrial, ya se mencionó anteriormente.

5. Restricciones de la tecnología

La falta de equipo que pueda fortalecer la estabilidad del producto terminado, como es el caso del deshidratador y el molino. Lo que se refiere a material de empaque y almacenamiento del producto terminado, no restringe la tecnología, ya que estas actividades forman parte de las buenas prácticas de manufactura (BPM), que se deben aplicar para obtener productos inocuos y de calidad.

6. Soporte técnico

Técnicos del INTA-ITCR

7. Referencias bibliográficas

BADUI, S. 2006. Química de los alimentos. 4^{ta} edición. Pearson Educación de México de C.V. Naucalpan de Juárez, Estado de México. pp. 736.

BRENES, L. 2008. Diagnóstico Nacional de MIPyMES. Observatorio de MIPyMES. Universidad Estatal a Distancia (UNED).

CHEFTEL, JC. & Cheftel, H. 1983. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

DESROSIER, N. 1995. Conservación de alimentos. Compañía Editorial Continental, S.A. México.

FENNEMA, O. 2010. Química de alimentos. 4^{ta} Edición. Editorial Acribia. España.

MARTÍNEZ, L. 2011. La agroindustria y el desarrollo económico. Disponible en: <http://ingenieriaagroindustrial-unt.blogspot.com/2011/10/la-agroindustria-y-el-desarrollo.html>

POTTER, N & HOTCHKISS, J. 1999. Ciencia de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

SEGREDA, A.C. 2013. ¿Qué es la agroindustria? Situación actual de la MIPyME en el sector agroalimentario. Curso de Realidad Nacional, Universidad de Costa Rica.

UNED, 2008. Diagnóstico Nacional de MIPyMES. Observatorio de MIPyMES. Universidad Estatal a Distancia (UNED).
8. Datos de contacto profesional de la tecnología Investigador principal: Ana Cecilia Segreda Rodríguez Punto de contacto: asegreda@inta.go.cr
9. Datos de responsable de captura. Nombre : Ana Cecilia Segreda Rodríguez Institución / localidad INTA-Costa Rica Fecha:07-02-2014

FICHA INVENTARIO DE TECNOLOGIAS

País. Costa Rica

2.2. Uso de azadonera para mecanización de suelos

10. Cultivo: Yuca (<i>Manihot sculenta</i>)
11. Título de la tecnología disponible Uso de azanodera para mecanización de suelos.
12. Ubicación geográfica: Región Huetar Caribe y Huetar Norte
13. Descripción de la tecnología Es una de las labores más importantes de este cultivo es la preparación de suelos, dado que la yuca requiere suelos sueltos, profundos y libres de obstáculos para permitir un adecuado desarrollo de las raíces tuberosas y facilitar la cosecha. La preparación del terreno se puede realizar por medio mecánico, utilizando tractores o por medio de la tracción animal. Tradicionalmente en nuestro país para las labores de labranza se han utilizado implementos como el arado de disco o subsolador que remueven los suelos traslocando las capas de suelo del subsuelo hacia la superficie con los eventuales inconvenientes tanto en lo referido a fertilidad, pérdida de la estructura y hasta formación de <i>piso de arado</i> .

Para evitar pérdida de estructura del suelo la herramienta azadonera tiene la función de descompactar las capas superficiales sin realizar el volteo, consiste en una serie de macanas o palines mecánicos que penetran en el suelo aflojando y desmenuzando los terrones, formando una cama de suelos bastante bien corrugada lo cual facilita la infiltración. Es una herramienta que no presenta resistencia al arrastre como lo son los arados de vertedera, rastras y principalmente subsoladores. Se pueden adaptar a maquinaria de poca potencia con el consabido ahorro en combustibles y hasta de posibles problemas de compactación por el uso de maquinaria pesada.

Uno de los inconvenientes que presenta este tipo de herramientas es poco eficiente en el control de malezas ya que su fin es aflojar las capas compactadas y no la incorporación en el subsuelo a estas y de los rastrojos del cultivo.

En última instancia debemos recordar, que por nuestras condiciones climáticas el cultivo de la Yuca se debe realizar sobre camellones o surcos para favorecer el drenaje y minimizar los problemas fitosanitarios del cultivo, ya esto en sí mismo significa un gran movimiento de tierra. La utilización en este caso de la azadonera vendría en parte a disminuir los problemas de degradación física de suelos.

14. Beneficios de la tecnología

Económicos: Menores costos de producción (no se necesita maquinaria pesada), mayores rendimientos en preparación de terrenos (son más rápidas las labores)

Ambientales: Menores problemas de erosión, un uso más racional de combustibles

Sociales: implemento de fácil uso

¿Por qué la adopción?

Porque en el trópico y principalmente en el trópico húmedo debemos de estar transfiriendo tecnologías que por sus características disturben lo menos posible los suelos y así minimizar la degradación física de los mismos, principalmente en lo referido a problemas de erosión

15. Restricciones de la tecnología

No las hay

16. Soporte técnico

MAG, INTA, ITCR, INA

17. Referencias bibliográficas

18. Datos de contacto profesional de la tecnología

Investigador: Diogenes Cubero.INTA

Correo: dcubero @inta.go.cr

19. Datos de responsable de captura.

Nombre : Francisco Estrada Garro

Institución / localidad Consultor Proyecto PRESICA-IICA

Fecha:11-11-2013