

Requisitos de calidad para vitroplantas procedentes de una biofábrica

Requirements of *in vitro* plantlets produced in a biofactory

Ana Rosa Hernández Freire¹, Carlos Machado Osés², Zenaida Occeguera Aguila¹, Carlos Reyes Esquirol¹, Aydiloide Bernal Villegas¹

¹Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Villa Clara-Cienfuegos. Autopista nacional km 246. Ranchuelo, Villa Clara. Cuba, C.P. 50100.

²Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuani km 6½. Santa Clara, Villa Clara, Cuba, C.P. 54830.

E-mail: ctecnica@epica.vc.minaz.cu

RESUMEN. El trabajo se realizó con el objetivo de establecer los requisitos de calidad en vitroplantas de caña de azúcar en la fase de aclimatización dirigidos a determinar los valores nominales de las características de calidad sustitutas para este cultivo. Se tomó como referencia del proceso a la variedad C86-51 después de la fase de enraizamiento. Se determinó el porcentaje de sobrevivencia y de pérdida, lo que coincidió con la etapa de trasplante al campo, donde el mayor porcentaje de sobrevivencia lo alcanzan las vitroplantas con tamaño de 5 a 7 cm. Para desarrollar este trabajo se utilizaron herramientas de calidad como entrevistas, encuestas, método de expertos y la tormenta de ideas. Fueron aplicados estadígrafos que determinaron las características definidas para la realización del estudio. Se recomienda hacer extensivo los resultados a todas las biofábricas del país y confeccionar un diagnóstico de calidad que permita establecer un procedimiento para todos los cultivos a comercializar.

Palabras clave: Calidad, caña de azúcar, enraizamiento.

ABSTRACT. The objective of the work was establishing the requirements of quality in *in vitro* sugarcane plantlets in the adaptation stage aimed to determine the nominal values of the characteristics of substitute quality for this crop. It was used the cultivar C86-51, after the rooting stage, being the one that was in existence in that period. The percentage of survival and loss was determined, coinciding with the transplant stage to the field where the greatest percentage of survival was reached by *in vitro* plantlets with size from 5 to 7 cm. To develop this work tools of quality like interviews, surveys, experts' method and brain storming applying statisticians that determined the defined characteristics for the realization of the study. It was recommended to make extensive the results to all the Tissue Culture Plants of the country and to make a diagnosis of quality that allows establishing a procedure for all the crops to market.

Key words: quality, sugarcane, rooting.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos se han venido desarrollando en el país una serie de experiencias encaminadas a demostrar la eficacia de la biotecnología vegetal en cultivos seleccionados a partir de la obtención de vitroplantas de alta calidad genética, fitosanitaria y de altos rendimientos productivos, por ejemplo, la biofábrica localizada en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar puede producir hasta 3 millones de vitroplantas por año, correspondientes a la semilla básica de diversas variedades en introducción a la producción.

Según Orellana (2008) esta propagación se ha convertido en una de las aplicaciones de mayor impacto de la biotecnología agrícola mundialmente, por el requerimiento de la alta calidad y número de plantas. Hoy el mercado anual de plantas *in vitro* se estima en más de mil millones.

El objetivo de la calidad es orientar las actividades de la empresa para obtener y mantener el nivel del producto o el servicio, de acuerdo con las necesidades del cliente (NC-ISO 9001, 2008). La NC-ISO 9000 (2005)

define la calidad como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Es preciso que todos los productos tengan características de calidad real y sustituta, siendo la calidad real la que define las necesidades y expectativas de los clientes porque es lo que el consumidor exige del producto; y la calidad sustituta es la que enfoca el problema de como materializar la calidad real en el diseño del producto y define los índices cualitativos y cuantitativos que permiten medir la calidad real (Suárez, 2010).

Es importante cumplir, no las normas nacionales o internacionales sino los verdaderos requisitos del cliente. Para ello se necesita medir dichas características y fijar las normas de calidad del producto, además de establecer una relación entre las características reales y las sustitutas mediante técnicas estadísticas y del análisis de calidad (Fernández, 2009).

En resumen, hay tres pasos importantes a seguir en la aplicación del control de la calidad: Entender las características de calidad reales, fijar métodos para medirlas y probarlas. Esta tarea es tan difícil que posiblemente hay que recurrir a los cinco sentidos (prueba sensorial), descubrir características de calidad sustitutas y entender correctamente la relación entre estas y las características de calidad reales (Ishikawa, 1988).

La documentación con la información general que necesitan los expertos para emitir su criterio se puede preparar como una encuesta (Herrera, 1997).

En la fase de aclimatización de la biofábrica no están definidos los requisitos de calidad para las vitroplantas, siendo este el principal problema a resolver, por tanto, el objetivo del presente trabajo fue establecer los requisitos de calidad en vitroplantas de caña dirigidos a determinar los valores nominales de las características de calidad sustitutas para este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la fase de aclimatización para lo cual se comenzó con la realización de entrevistas

a los clientes que compraron plántulas de caña de azúcar en el período evaluado y conocer de esta forma la calidad real de las vitroplantas. La entrevista constaba de una sola pregunta:

· ¿Cómo desea usted que sean las plántulas que compra?

Posteriormente se realizó una tormenta de ideas en el Consejo Técnico de la Biofábrica para definir las características de calidad sustitutas, calculó el número de expertos necesarios para el análisis y se definieron los mismos. Después, con la utilización del método de concordancia de Kendall para la determinación de las características a evaluar, los expertos fueron encargados de la evaluación, ordenándolas de acuerdo a su importancia.

Seguidamente fue llevado a cabo el montaje de experimentos de vitroplantas en la fase de aclimatización de la biofábrica para evaluar las características de calidad sustitutas. Se realizó en tres momentos de desarrollo de las vitroplantas. El comportamiento de las características fue analizado con la selección de 20 frascos procedentes de un lote de 140 frascos (Leal, 2006). Después de tomar y separar los explantes de los frascos, se deshijaron y evaluaron para cada hijo la existencia o no de raíces activas (al menos una), la cantidad de hojas activas, la longitud del primer *dewlap* visible en el pseudotallo y la longitud de la hoja +1 (momento 1).

Se tomó como referencia del proceso a la variedad C86-51 después de la fase de enraizamiento. Posteriormente fueron medidas las alturas del primer *dewlap* visible en el pseudotallo y de la hoja +1, al momento de trasladarlas al área de adaptación con el objetivo de conocer el comportamiento de la variedad; además de los estadígrafos correspondientes (media, desviación típica, varianza, coeficiente de variación y error típico), con el objetivo de definir la altura que debe tomar la planta.

La muestra fue tomada de acuerdo con la norma mencionada anteriormente. Para el segundo momento se midieron nuevamente las alturas del primer *dewlap* visible y de la hoja +1, así como la cantidad de hojas activas, considerando las mismas al momento de trasladarlas al campo.

Para el tercer momento se seleccionaron 20 bandejas de un lote de 140 (Leal, 2006). En las mismas fueron contados las vitroplantas y después, determinado el porcentaje de sobrevivencia y pérdidas, lo que coincidió con la etapa de trasplante al campo.

Se realizó un análisis de la sobrevivencia y de las pérdidas a la variedad C86-51, a los 45 días de ser sembradas en el área de adaptación y fue evaluada la sobrevivencia en la Empresa Azucarera “Ifraín Alfonso”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las respuestas de las entrevistas arrojaron que debe existir un porcentaje de supervivencia mayor del 90 %, las vitroplantas deben tener tamaño y vigor óptimo, estar sanas, tratadas, tener formado el cepellón y poseer pureza varietal.

En síntesis la *calidad real* para el cliente es:

“La plántula de caña de azúcar debe tener un porcentaje de supervivencia superior a 90 % en campo, deben estar sanas y tratadas, con el cepellón formado y poseer pureza varietal”.

Para lograr la calidad real quedaron definidas las características siguientes de calidad sustitutas por

el Consejo Técnico de la biofábrica que utilizó la tormenta de ideas: peso fresco, existencia de raíces (al menos una activa), hojas activas, longitud de raíces, cantidad de hijos, hojas totales, altura del tallo, hojas secas, hojas afectadas, cantidad de raíces, diámetro del tallo, largo de las hojas, ancho de las hojas, libre de plagas y peso seco. Siete expertos definidos por su experiencia analizaron y evaluaron las características anteriores (tabla 1), ordenándolas de acuerdo con su importancia.

Las características sustitutas para el área de adaptación son: Existencia de raíces (al menos una activa), hojas activas, altura del 1^{er} dewlap visible y altura de la hoja +1.

Las evaluaciones fueron realizadas a 203 individuos encontrados en 20 frascos. Los resultados del estudio experimental fueron los siguientes: en el primer momento, el estudio arrojó un 83,07 % de vitroplantas enraizadas, el 67,8 % de las hojas fueron activas, el promedio de las hojas por plantas fue de cuatro y se conoce que la planta en ese estado de desarrollo debe tener 4 a 5 hojas activas, lo que coincide con lo expuesto por Pérez (1988).

Las alturas del primer *dewlap* visible en el pseudotallo y de la hoja +1, al considerar las mismas

Tabla 1. Resultados de la encuesta

Características de calidad	Expertos								D	D ²
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Peso fresco	8	10	10	10	10	10	6	64	8	64
Existencia de raíces (al menos una activa)	1	1	1	1	1	1	1	7	-49	2401
Hojas activas	12	2	2	2	2	2	2	24	-32	1024
Longitud de raíces	13	13	13	13	13	13	8	86	30	900
Cantidad de hijos	4	11	11	11	11	11	12	71	15	225
Hojas totales	9	12	12	12	12	12	7	76	20	400
Altura del tallo	3	3	3	3	3	3	21	21	-35	1225
Hojas secas	14	14	14	14	14	14	13	97	41	1685
Hojas afectadas	15	15	15	15	15	15	15	105	49	2401
Cantidad de raíces	2	4	4	4	4	4	4	26	-30	900
Diámetro del tallo	7	8	8	8	8	8	9	56	0	0
Largo de las hojas	10	6	6	6	6	6	10	50	-6	36
Ancho de las hojas	11	7	7	7	7	7	11	57	1	1
Libre de plagas	5	5	5	5	5	5	5	35	-21	441
Peso seco	6	9	9	9	9	9	14	65	9	81
TOTAL										11780

Los expertos 3, 4, 5 y 6 coinciden en sus criterios

en el momento de ser trasladarlas al área de aclimatización, manifestaron que en el estudio realizado, los valores de la media hasta el primer *dewlap* visible en el pseudotallo fueron de 3,4 cm, apreciándose que el mismo se ajusta a la categoría B (vitroplantas medianas de 3 - 5 cm.). Este resultado demostró que no llegan a alcanzar su valor óptimo, solo el 30 % del material llegó a la fase con categoría A (tabla 2). En los resultados del segundo momento el mayor porcentaje de sobrevivencia lo alcanzaron las vitroplantas clasificadas como grandes, que corresponden a vitroplantas de 5 a 7 cm. Según Leal (2006) al estabilizarse los procesos

biológicos el coeficiente de variación debe bajar de un 12 a un 15 %. Los valores alcanzados fueron 85,55 % y 90,38 %, estos valores no son satisfactorios ya que Pérez (1988) expone que esta sobrevivencia debe ser mayor del 90 % y además, estos resultados implican gastos adicionales en la resiembra de los contenedores. Los resultados en el tercer momento (tabla 3) demuestran que se obtuvo un 95 % de sobrevivencia.

Debido a la variabilidad en la altura de la hoja +1, los estadígrafos demostraron que no se debe tener en cuenta esta característica, sino la altura hasta el primer *dewlap* visible en el pseudotallo.

Tabla 2. Resultados del estudio en los tres momentos de evaluación

Características de calidad sustitutas	Momento 1				
	Media	Desviación Típica (S)	Varianza (S ²)	Coefficiente variación (Cv)	Error típico (Sx)
Altura del <i>dewlap</i>	34,039	13,633	185,870	40,051	0,956
Altura de la Hoja+1	99,123	39,954	1596,316	40,31	2,804
Hojas Activas	4	1,034	1,069	28,406	0,073
Momento 2					
Altura del <i>dewlap</i>	55,959	14,744	217,373	26,348	1,053
Hojas totales	273,969	76,453	5 844,994	27,906	5,461
Hojas activas	5	0,502	0,252	9,766	0,035

Tabla 3. Análisis de la sobrevivencia y de pérdidas a la variedad C86-51 a los 45 días de ser sembradas en el área de aclimatización (momento 3)

Cantero	Tamaño de las vitroplantas	Supervivencia (%)	Pérdidas (%)
16	Grande	85,55	14,45
17	Chiquitas	66,17	33,83
18	Grande	90,38	9,62
2	Chiquitas	56,23	43,77
3	Chiquitas	71,38	28,62
Sobrevivencia		95 % (Evaluado en Ifraín Alfonso)	

CONCLUSIONES

Los valores nominales para las características de calidad propuestas en cada momento de estudio son:

1. Antes de ser sembradas en el contenedor:

La existencia de raíces (al menos una activa), cuatro o más hojas activas, la altura del 1^{er} *dewlap* visible debe ser de $3,40 \pm 1,36$ cm y la altura de la hoja +1 de $9,91 \pm 3,99$.

2. A los 45 días de sembradas en los contenedores:

Las hojas activas deben ser cinco

o más, la altura del *dewlap* visible debe ser de $5,59 \pm 1,47$ cm y la altura de la hoja +1 de $27,39 \pm 7,64$ cm.

3. A los 15 días de sembradas en el campo:

La supervivencia en campo es de 95 % como mínimo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández, M.: Memorias de Planificación de la Calidad. Maestría de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad Central

- “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 2009.
2. Herrera, Y.: Diagnóstico técnico - organizativo de la unidad de servicios técnicos de la Empresa de Servicios Informáticos (ESI). Trabajo de Diploma. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 1997, 70 p.
3. Ishikawa, K.: ¿Qué es el control total de calidad? La modalidad japonesa. Editorial NORMA, Bogotá, Colombia, 1988, pp. 20-32. ISBN: 9580470405, 9789580470403.
4. Leal, M. Determinación de las características de calidad en la biotecnología cubana. 2006. En sitio web: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/azúcar/vitrop.htm>. Consultado el 26/04/2012.
5. NC-ISO 9001. Sistema de Gestión de la Calidad - Requisitos. Norma Cubana. Oficina Nacional de Normalización. La Habana, Cuba, 2008, 43 p.
6. NC-ISO 9000. Sistema de Gestión de la Calidad - Fundamentos y Vocabulario. Norma Cubana. Oficina Nacional de Normalización. La Habana, Cuba, 2005, 42 p.
7. Orellana, P.; M. Suárez Castellá; R. Triana; Z. Sarría; M. Pons Corona. Elementos básicos para la planificación de la producción de plantas *in vitro* en biofábricas. VII Simposio Internacional de Biotecnología Vegetal. Resúmenes. Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 2008.
8. Pérez, J.; M. Suárez; P. Orellana: Instructivo técnico para la micropropagación in vitro de la caña de azúcar. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 1988.
9. Suárez, L.: Requisitos y normas de calidad. 2010. En sitio web: <http://www.sIca.gov.ec/agronegocios/biblioteca/azúcar/vitrop.htm>. Consultado: 26/3/2010.
- Recibido: 15/03/2014
Aceptado: 13/07/2014