



Nuevas opciones de variedades de caña de azúcar con énfasis en contenido de sacarosa en Guatemala

H. Orozco, J. Quemé, F. Rosales, S. García, W. Ovalle y L. Molina.

Estación Experimental Camantulul.

Finca Camantulul, Santa Lucía Cotzumalguapa-Escuintla Guatemala.

horozco@cengicana.org www.cengicana.org



Contenido

1. La Agroindustria Azucarera de Guatemala

1. Ubicación y características del área
2. Productividad histórica

2. Importancia del componente varietal

1. Productividad
2. Sostenibilidad

3. **Obtención y Desarrollo de variedades de alta productividad**

1. Objetivo y metas
2. Estrategia general & prototipo varietal
3. Recurso genético
4. Cruzamientos
5. Programa de selección
6. Desarrollo comercial

4. Impacto en la productividad de azúcar y sostenibilidad

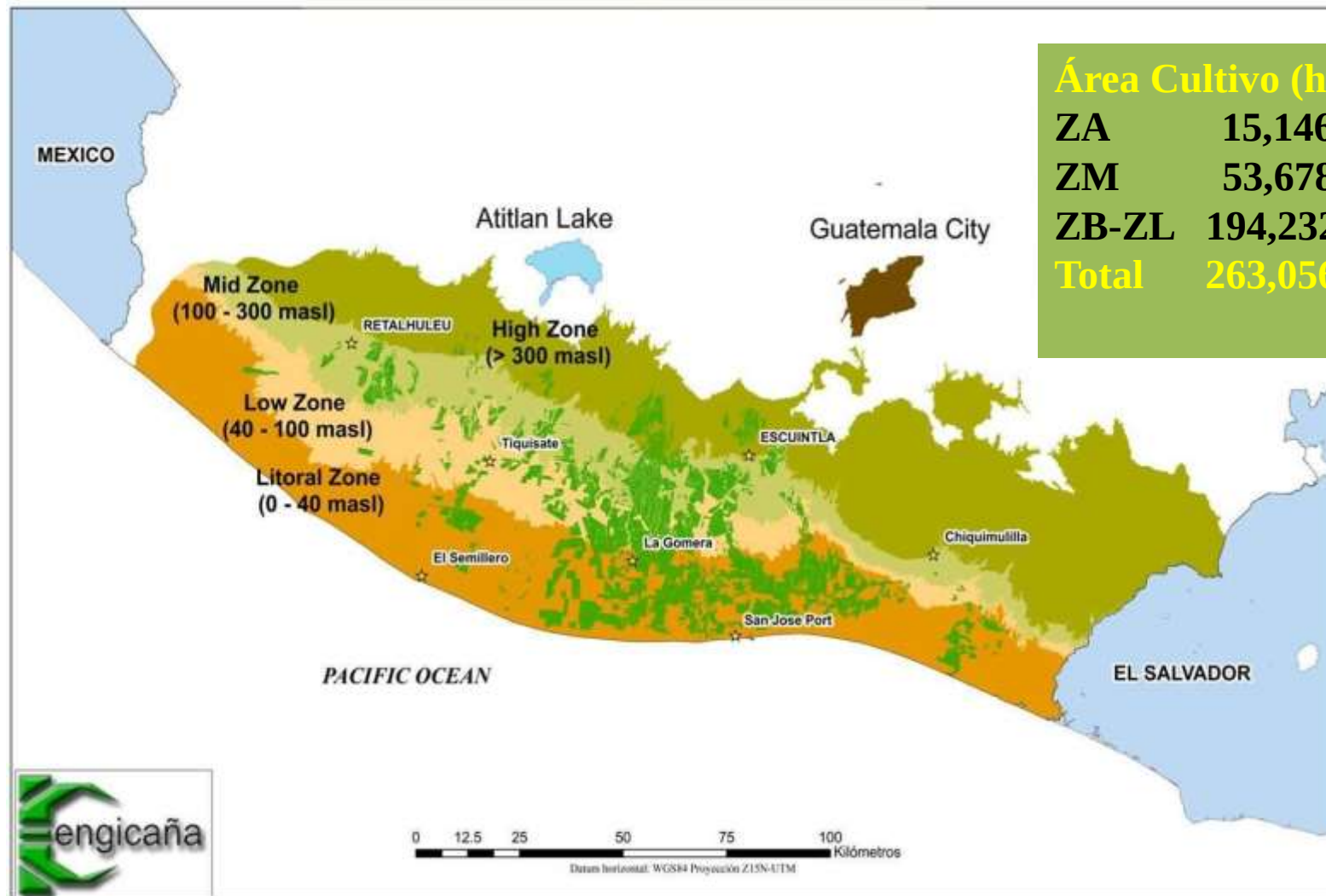
1. Adopción-Censo de Variedades
2. Análisis de la productividad por tercio y ZAE

MUCHAS GRACIAS !

Concentramos nuestros mejores esfuerzos en la obtención y desarrollo de variedades caña de azúcar para la Agroindustria Azucarera Guatemalteca.



Ubicación y características del área



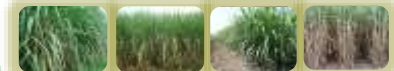
Área Cultivo (ha)

ZA 15,146

ZM 53,678

ZB-ZL 194,232

Total 263,056

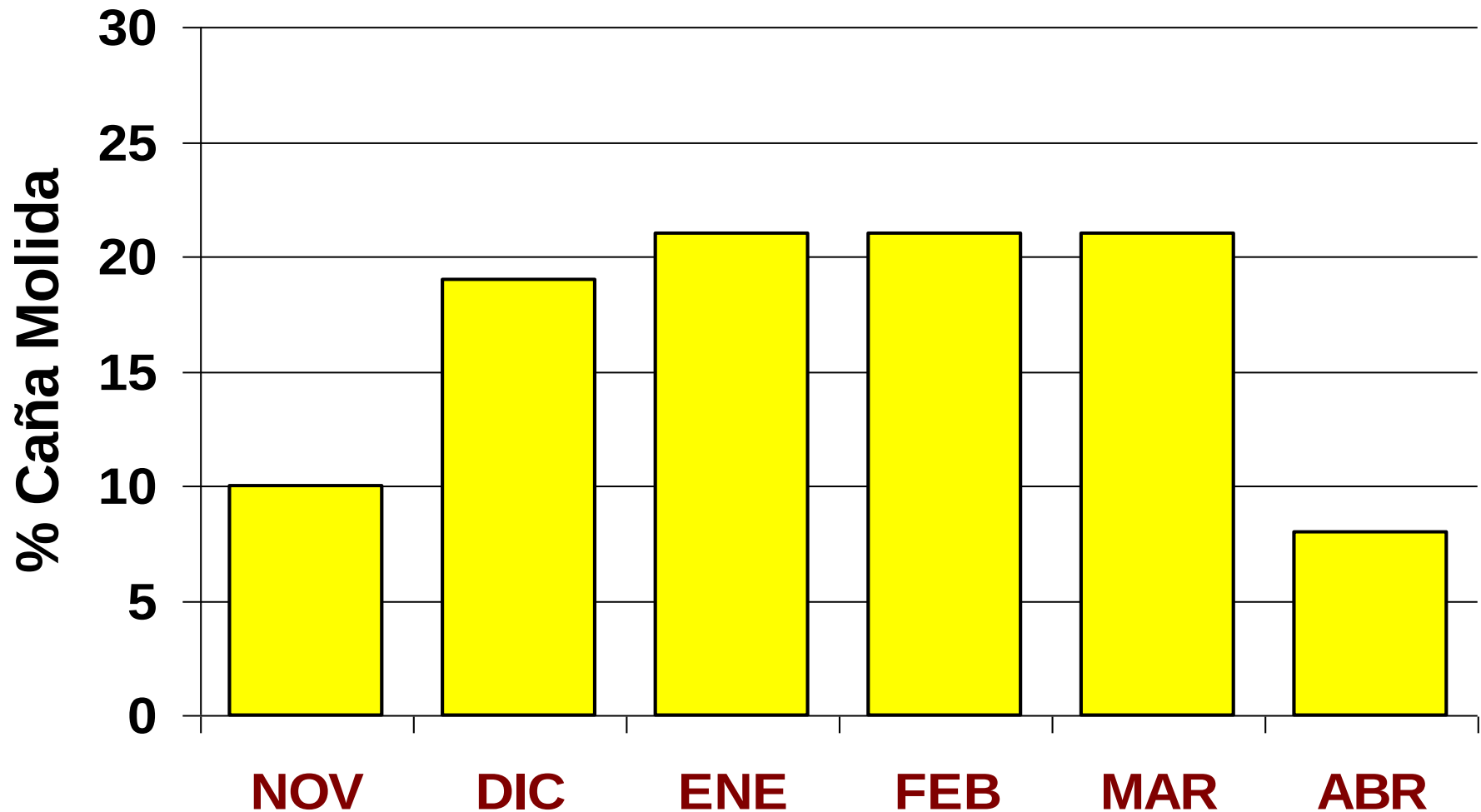


Ubicación y características del área

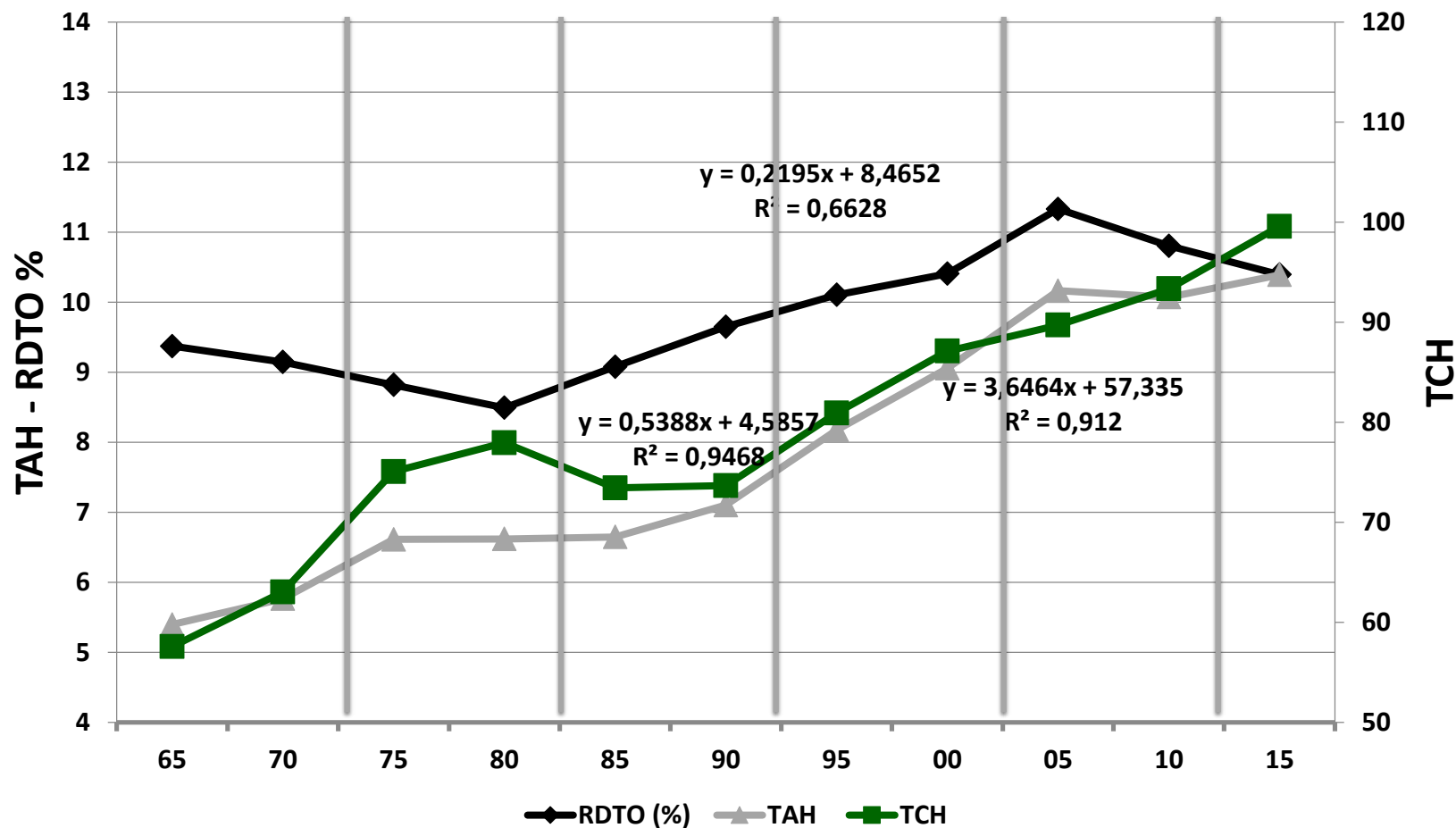
Estrato Altitudinal	Características Generales			Características Químicas			TCH
	T° Media Anual (°C)	Lluvia (mm)	SUELO	MO (%)	P (ppm)	K (ppm)	
ALTO (>300 msnm)	23.6	3239	Andisol	5.3	5.5	98	74
MEDIO (100-300 msnm)	26.7	2779	Andisol Inceptisol	5.6	7.5	193	84
BAJO (40-100 msnm)	27.3	2134	Andisol Inceptisol	4.3	13.6	221	94
LITORAL (<40 msnm)	27.5	1631	Mollisol Entisol	2.4	49.3	538	104

Fuente: O. Pérez, 2,010. Fertilización del cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala

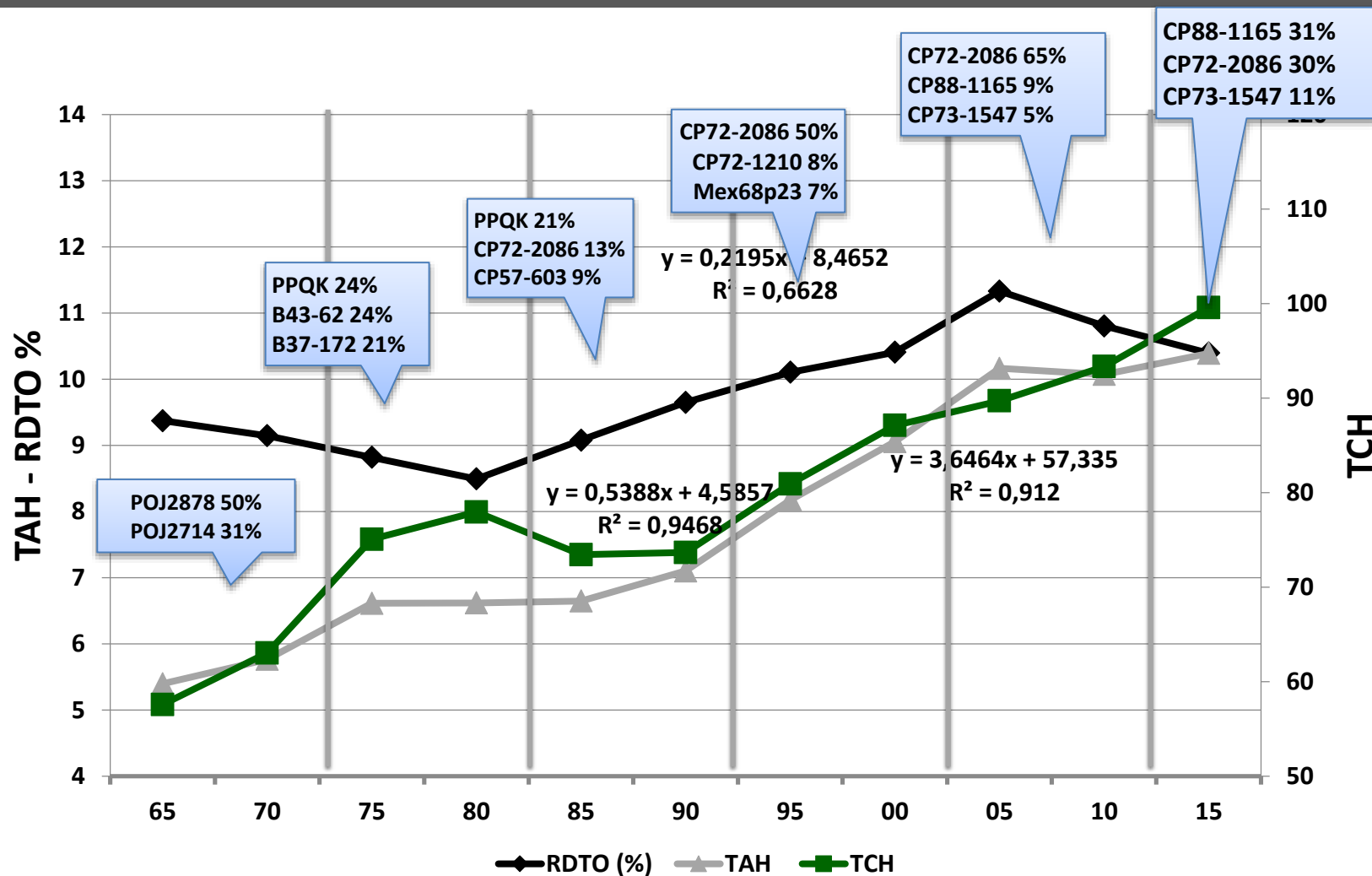
Ubicación y características del área



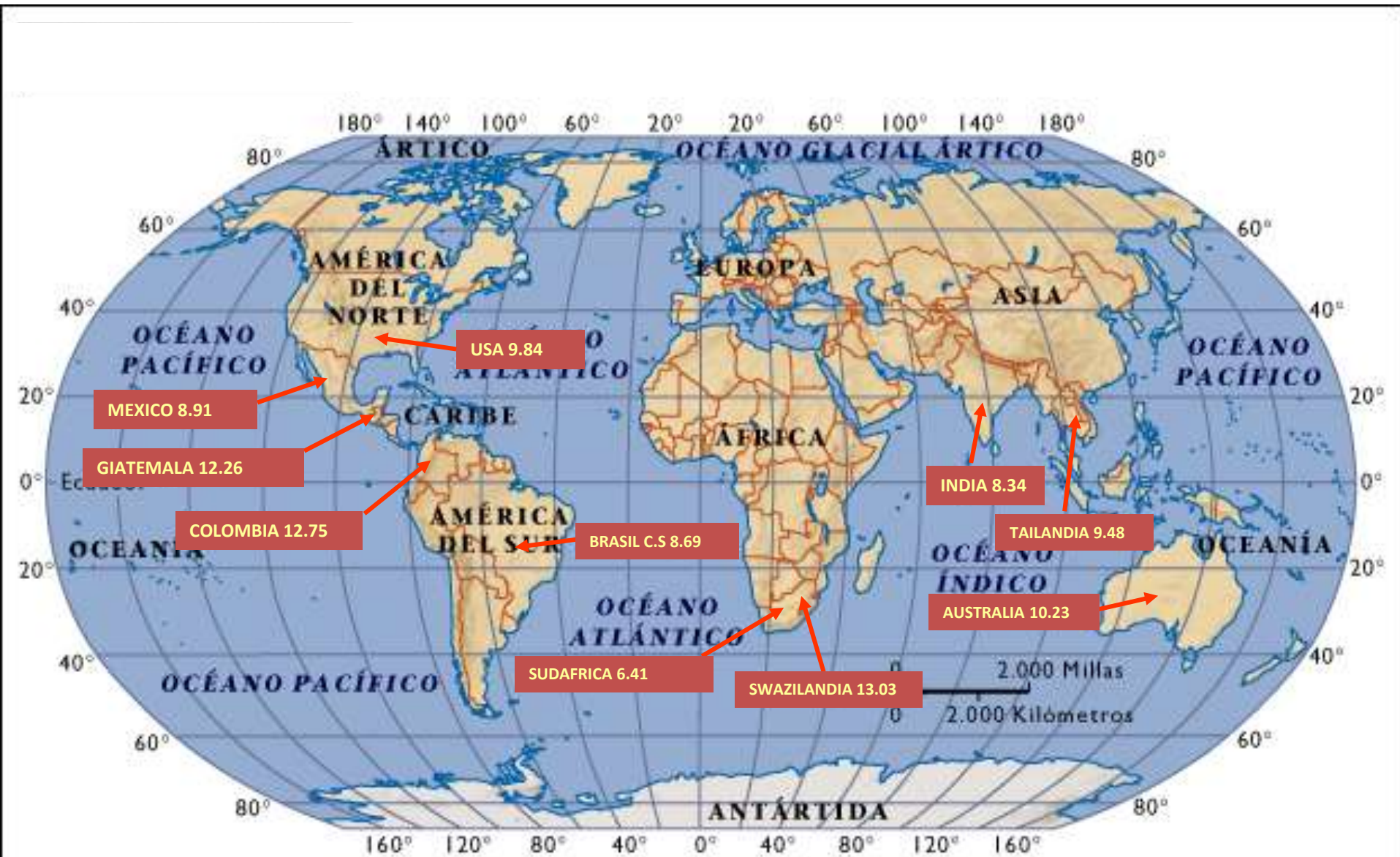
Productividad de azúcar 1965-2015



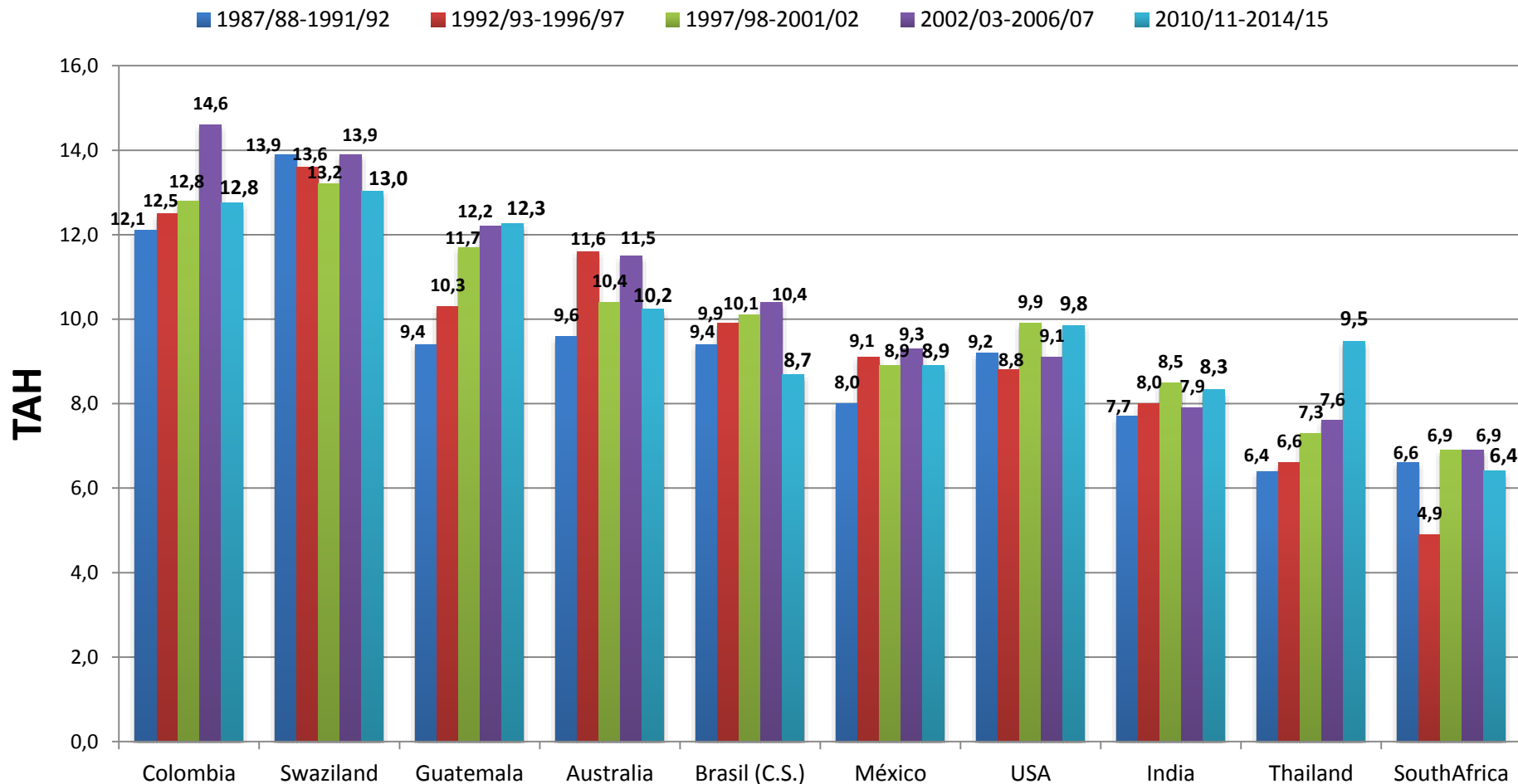
Productividad de azúcar 1965-2015



TAH 2015

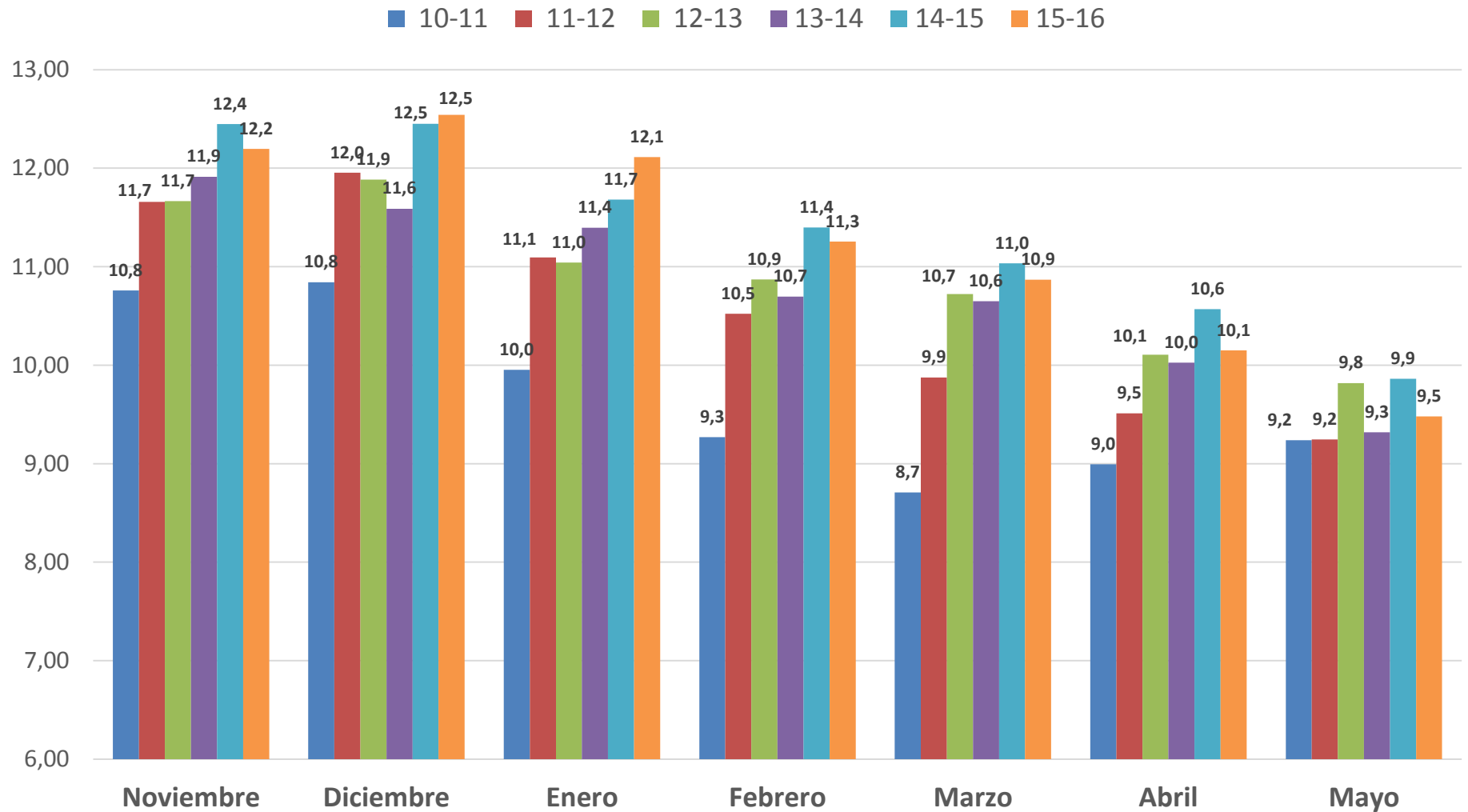


TAH 2015

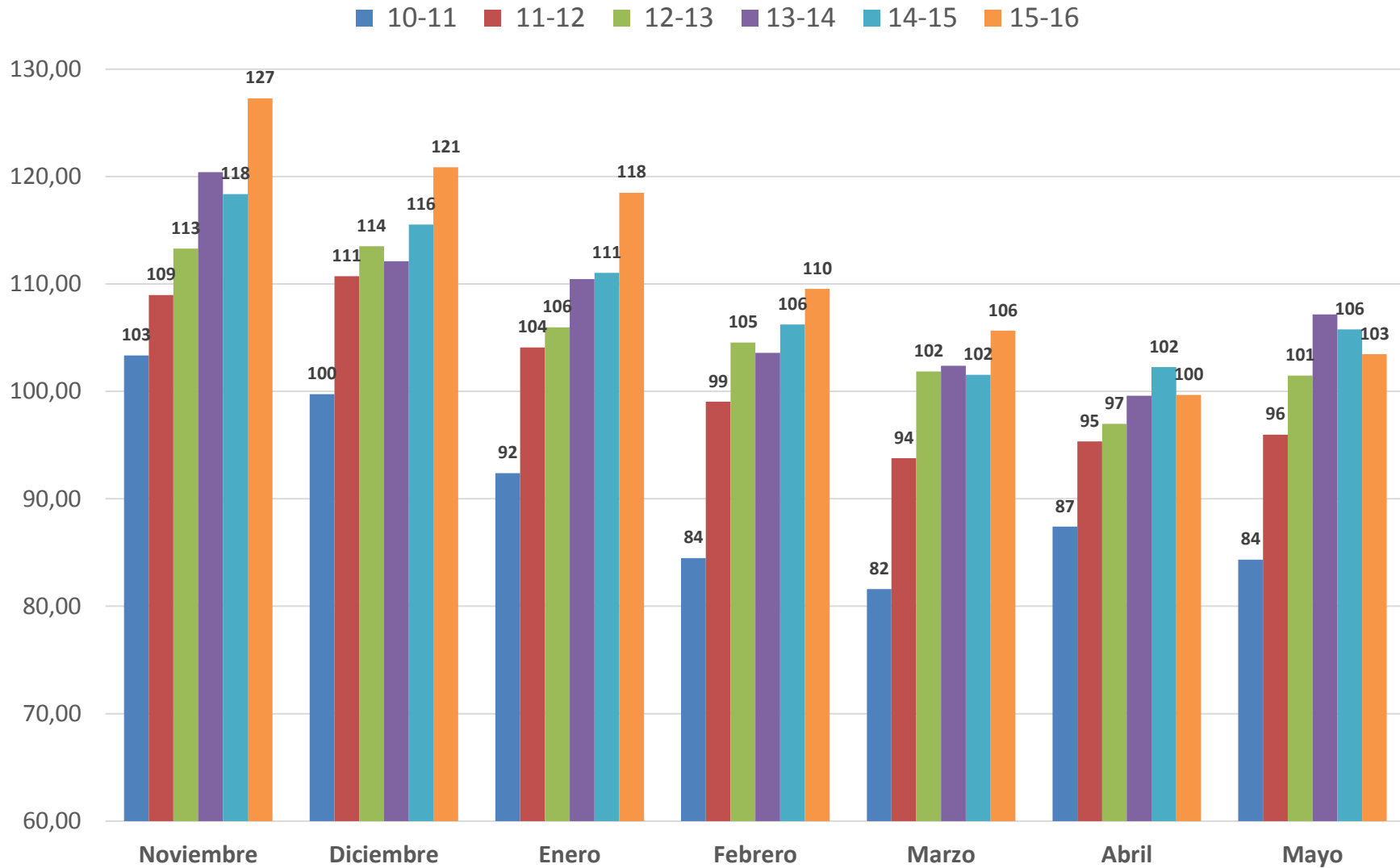


Fuente: LMC International, The Technical Performance of Leading Sugar Industries. 87-92, 92-97, 97-02, 02-07, 10-15

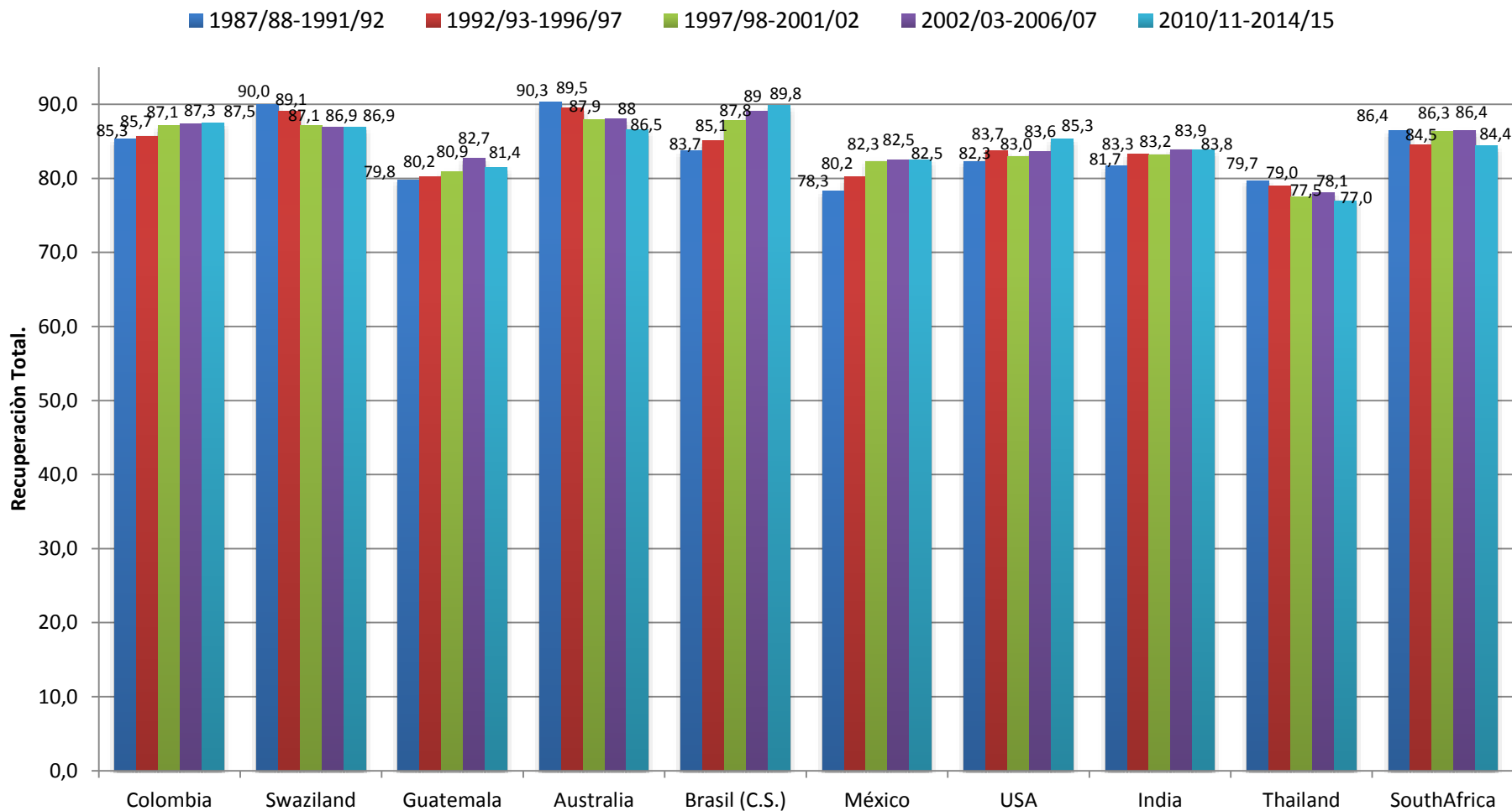
TAH 2015



TCH 2015



RECUPERACION TOTAL



Fuente: LMC International, The Technical Performance of Leading Sugar Industries. 87-92, 92-97, 97-02, 02-07, 10-15

Porqué se está invirtiendo en mejora genética?

1. La necesidad de ser *económicamente competitivos*.

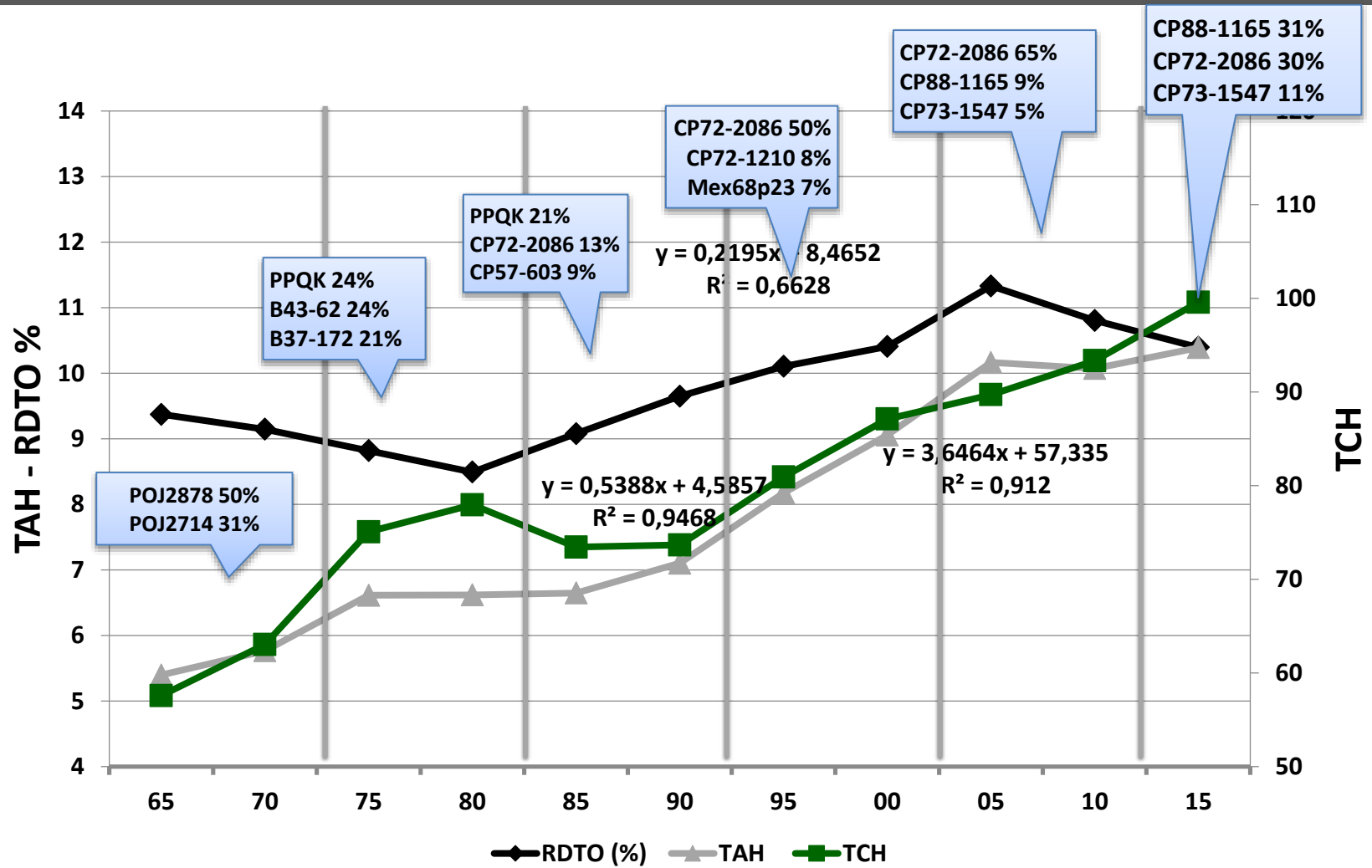
- a) Incrementando TAH por opciones rentables *
- b) Reduciendo costos de producción

Las variedades el *principal método* para incrementar TAH y además:

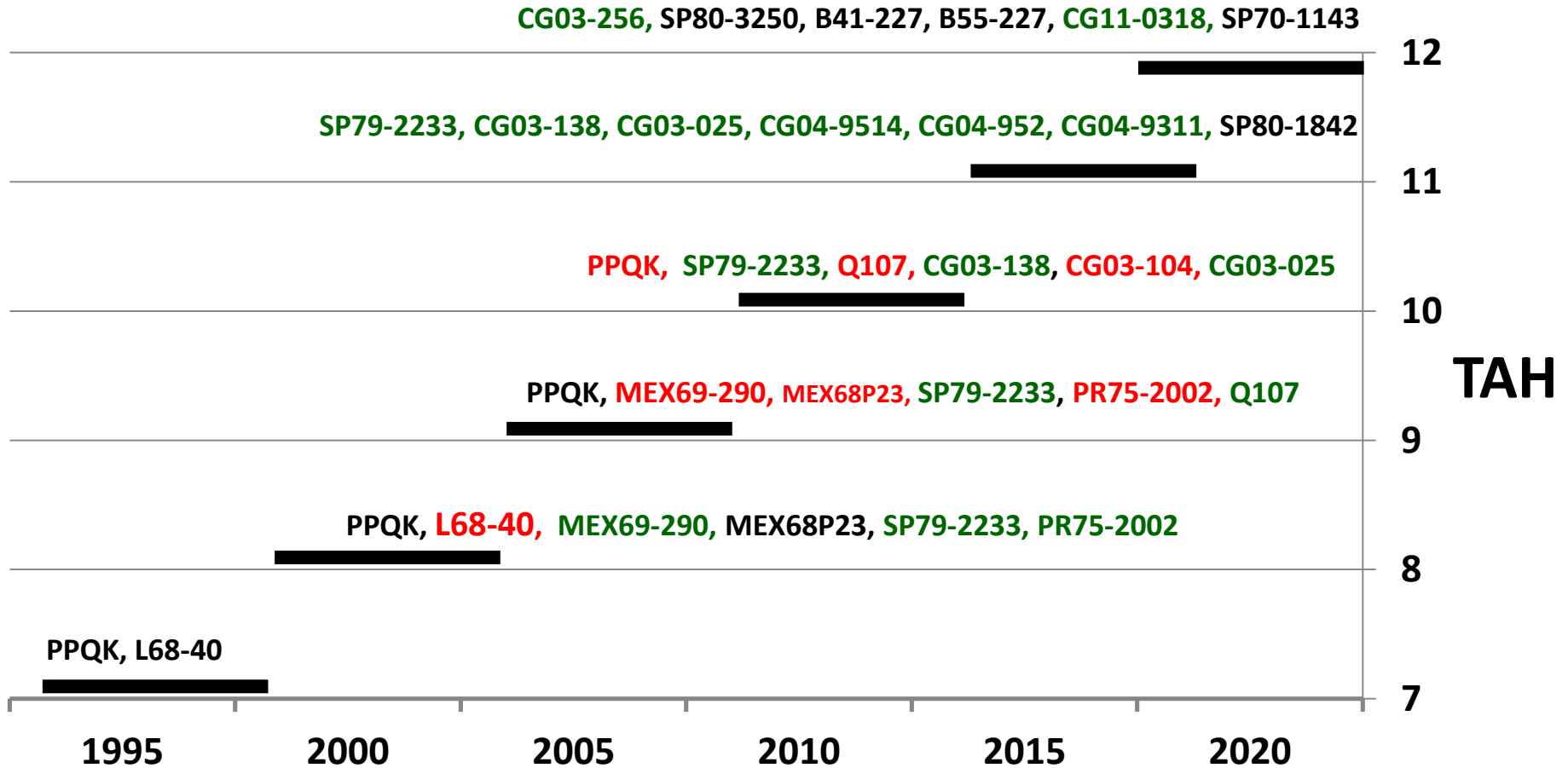
- Efecto significativo en las características de molienda.
- Principal método para controlar plagas y enfermedades.

Fuente: Berding, N; Hogarth, M y M. Cox. 2003. Plant Improvement of Sugarcane. In: Sugarcane, World Agriculture Series. Ed: Glyn James. Blackwell Publishing.

Incremento del TAH_AIA-Guatemala



Incremento del TAH y sostenibilidad, un ejemplo

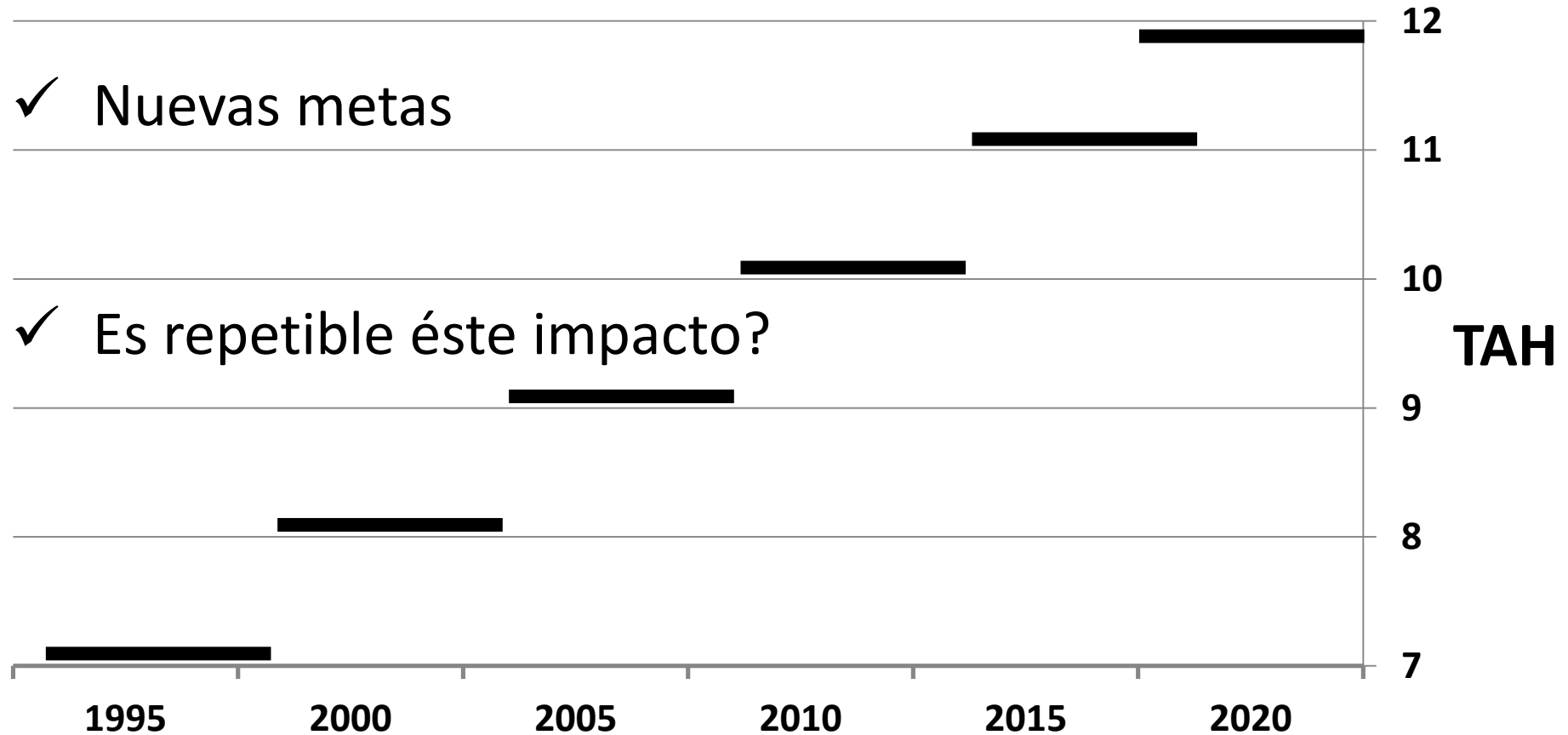


Incremento del TAH y sostenibilidad, un ejemplo

✓ Delta 4 TAH/20 años; 0.2 TAH sostenido/año

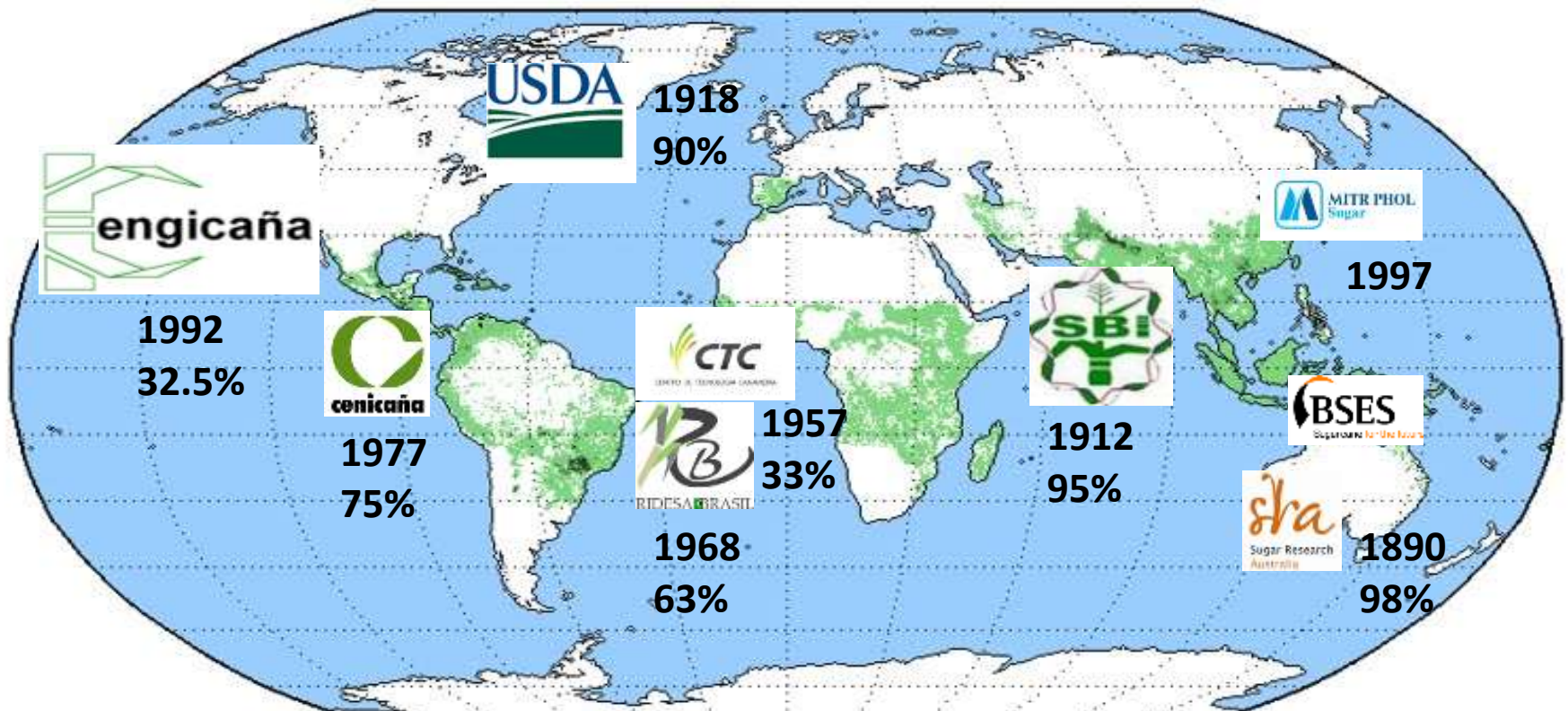
✓ Nuevas metas

✓ Es repetible éste impacto?



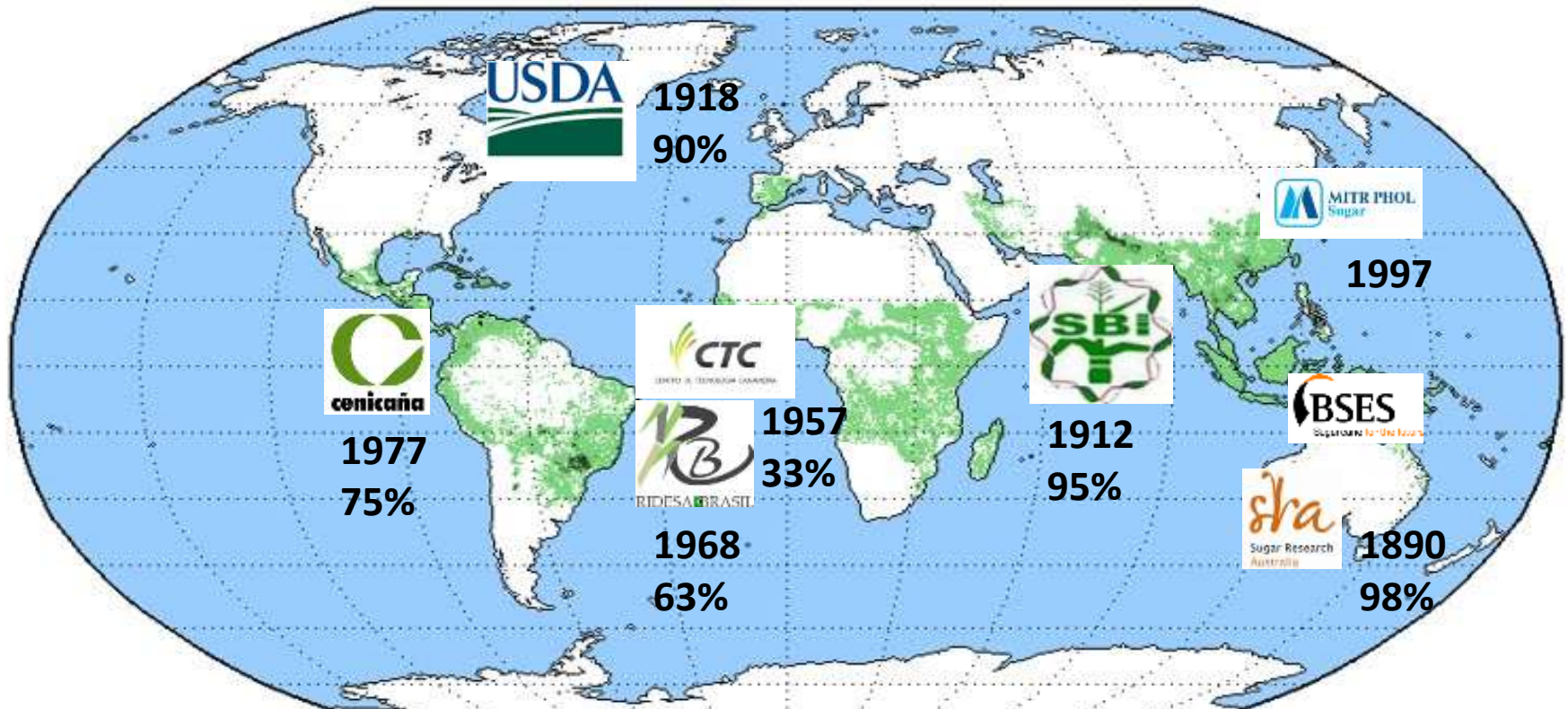
Porqué se está invirtiendo en mejora genética?

2. Nivel de desarrollo de los principales competidores



Porqué se está invirtiendo en mejora genética?

2. Nivel de desarrollo de los principales competidores



Objetivo del Programa de variedades de CENGICAÑA

Contribuir a la ***rentabilidad y sostenibilidad*** de la Agroindustria Azucarera Guatemalteca mediante la obtención, desarrollo y liberación para uso comercial de Variedades Nuevas de caña de azúcar.

Objetivo del Programa de variedades de CENGICAÑA

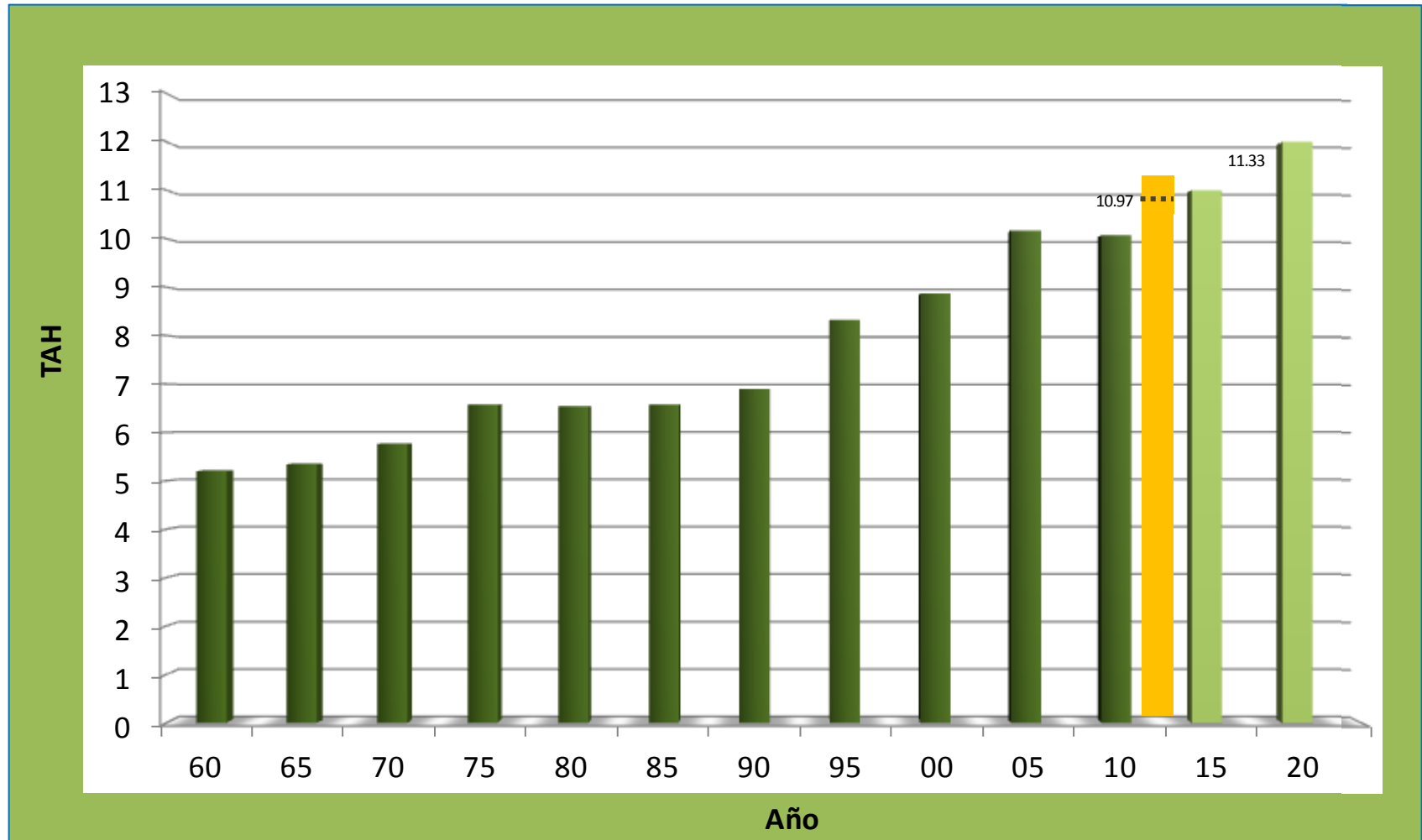
Estrato	1/3 Tercio		2/3 Tercio		3/3 Tercio	
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Alto (>300msnm)						
Medio (100 - 300 msnm)						
Bajo/Litoral (0 - 100 msnm)						

Metas del Programa de variedades de CENGICAÑA

- ① ***Liberar al menos 2 Variedades por año*** para Uso Comercial que superen en productividad de azúcar a las variedades testigo y reúnan los requisitos establecidos con el cliente.
- ② Promover la adopción de variedades liberadas para alcanzar al menos el ***50% del área comercial*** para contribuir con un incremento de 0.60 TAH al año 2020.

Evolución de la productividad-AIAGuatemala

Meta 2020



Fuente: Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICAÑA. 2015

Gran premisa: Obtener una variedad nueva es ***de alto costo & toma tiempo largo pero es rentable***



Foto: Ing. Arturo Lam

CG98-78 (TUC68-19 x CP57-603)

5 áreas_7 profesionales integrados en un programa

- Fitomejoramiento-

Dr. Quemé, Ing. Rosales-Longo, Ing. García e Ing. Orozco

- Fitopatología- Ing. Ovalle

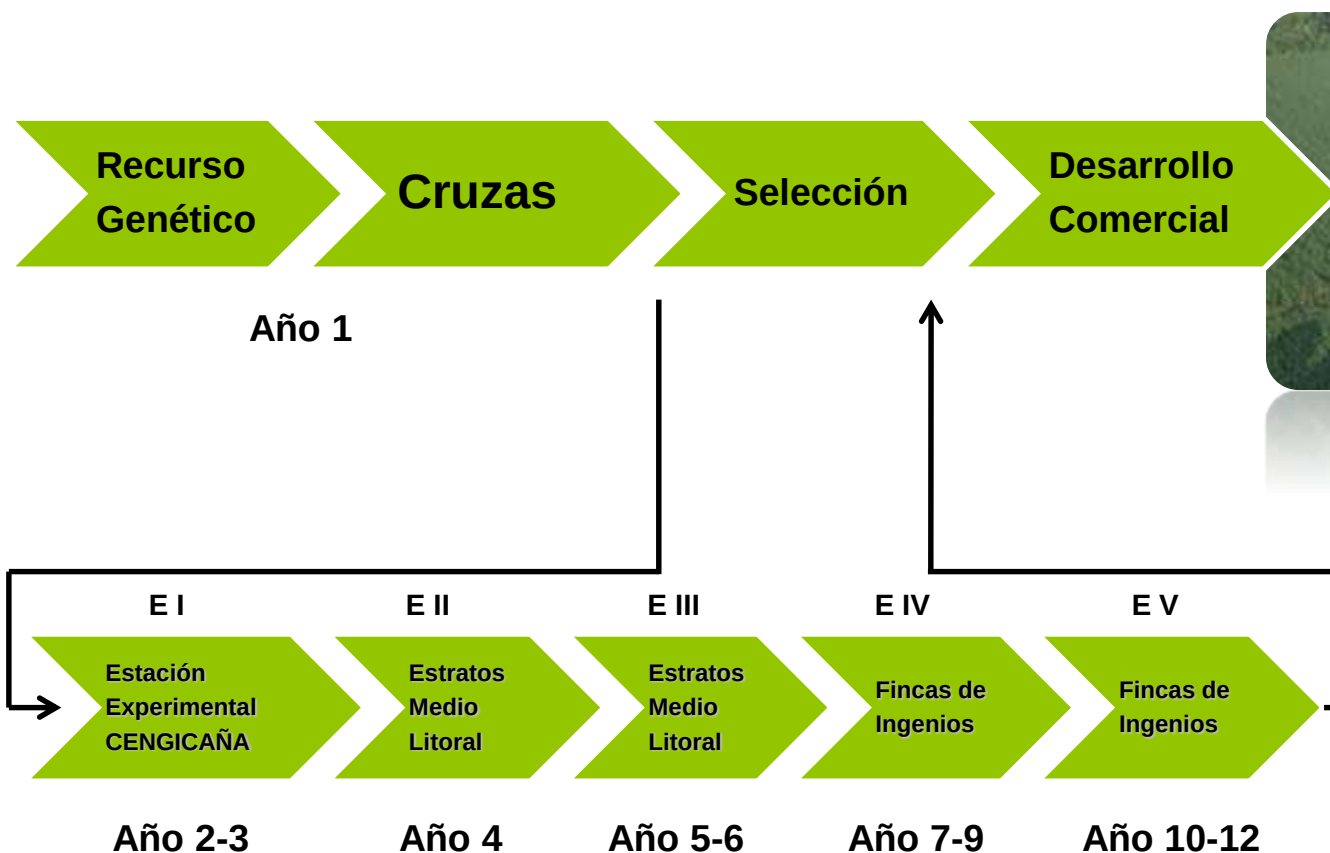
- Biotecnología- Dr. Molina

- Laboratorio de Análisis de Jugos-

Licda Bocaletti de Cano

- Estación Experimental- Ing Rosales-Longo

Tiempo para la obtención, selección y liberación de variedades



Tiempo para la obtención, selección y liberación de variedades

1. Caña de azúcar, cultivo con ciclos de renovación de al menos 5 años.
2. Propagación asexual con tasas de multiplicación relativamente bajas.
3. Caña de azúcar interacciona fuertemente con el ambiente (clima cambiante). Esta condición impone que las evaluaciones tengan que hacerse en múltiples localidades a través de varios años.

ESTRATEGIA GENERAL DEL PROGRAMA

4 Sub-procesos integrados al uso comercial



**1 Recurso
genetico**

**Uso
comercial
ingenios**



ESTRATEGIA GENERAL DEL PROGRAMA

4 Sub-procesos integrados al uso comercial

2 Cruzamientos



1 Recurso
genetico

Uso
comercial
ingenios



ESTRATEGIA GENERAL DEL PROGRAMA

4 Sub-procesos integrados al uso comercial

2 Cruzamientos



Uso
comercial
ingenios



3 Selección



1 Recurso
genético



ESTRATEGIA GENERAL DEL PROGRAMA

4 Sub-procesos integrados al uso comercial

2 Cruzamientos

4 Desarrollo
Comercial

Uso
comercial
ingenios

1 Recurso
genetico

3 Seleccion

Requisitos de las variedades CG

>TAH

que
variedades
testigo

Resistencia a
enfermedades

Buenas
características
Agronómicas

Adaptabilidad

TAH vía TCH y/o Sacarosa

CP72-2086: 102 TCH_109 KgAz/TC en 65,893 ha Zafra 2016-17



RECURSO GENETICO

Adquisición, Conservación y utilización

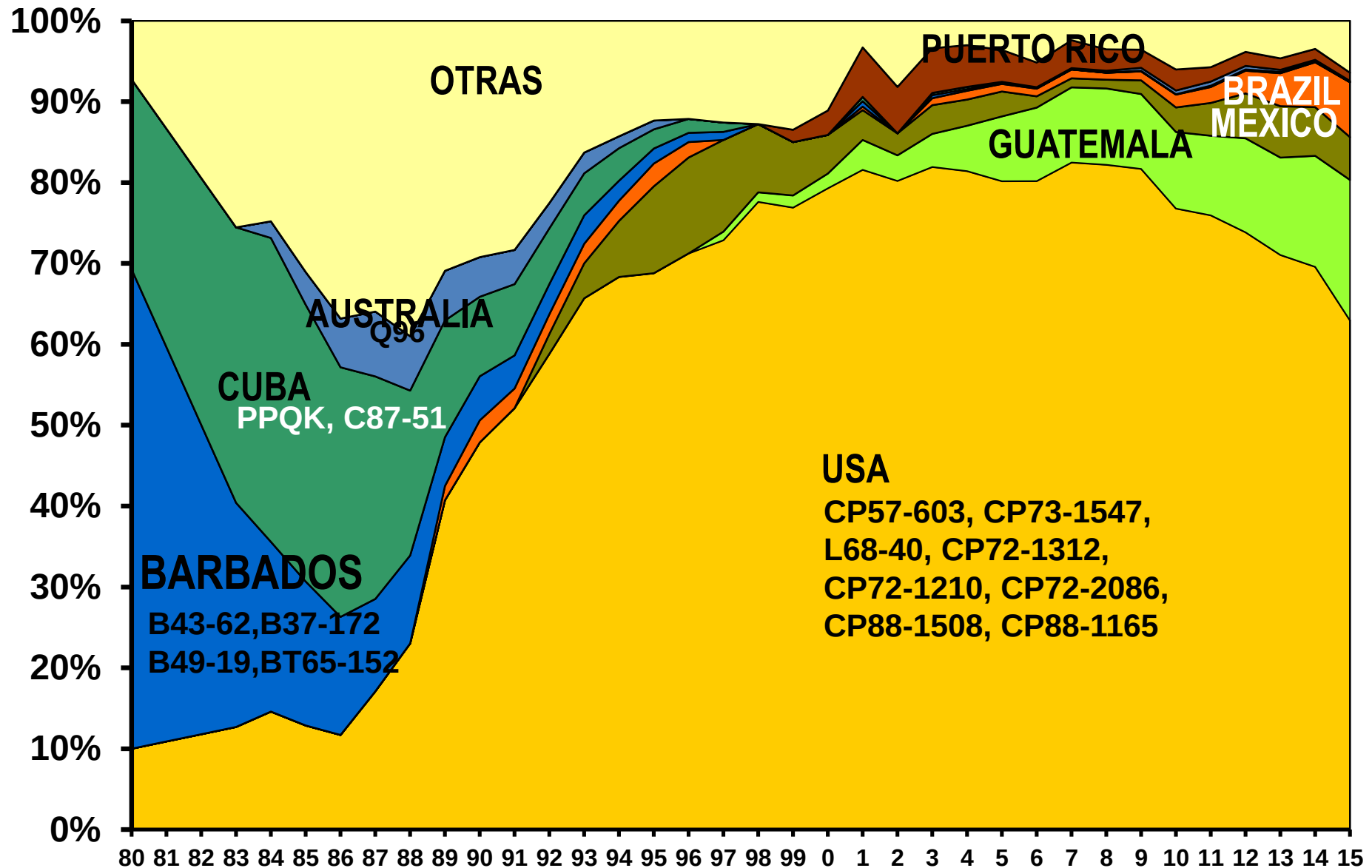
H. Orozco, J. Quemé, F. Rosales, S. García, W. Ovalle y L. Molina.

Estación Experimental Camantulul.

Finca Camantulul, Santa Lucía Cotzumalguapa-Escuintla, Guatemala.



Recurso Genético_Porqué importamos



- 1. Incrementar la variabilidad genética de las variedades CG.**
- 2. Selección para uso comercial.**

Qué características buscamos en las importaciones

Requisitos de las variedades CG ó variedades introducidas

>TAH

que
variedades
testigo

Resistencia a
enfermedades

Buenas
características
Agronómicas

Adaptabilidad

Contenido de sacarosa

Cierre natural
Floración_Corcho
Rebrote

1. Programas para el Intercambio de variedades elite.

2. Intercambio y compra de semilla verdadera (fuzz).

Programas para el Intercambio de Variedades Elite

Programas de Mejoramiento Genético	Condiciones básicas para el Intercambio
BSES, Australia (13 Años después de la fundación del centro)	1. Disponer de Variedades CG Promisorias 2. Disponer de Instalaciones para Cuarentena para Exportación 3. Cumplir con requisitos legales especificados en cada convenio
MithPol-Tailandia DIECA-Costa Rica Barbados	
ARS-USDA Canal Point – Florida	
CIDCA-México	
MSIRI-Mauricio ARS-USDA Houma-Louisiana CENICAÑA-Colombia CINCAE-Ecuador.	

Recurso Genético_Estrategia de evaluación

Introducciones
en esquejes a
Cuarentena
Cerrada

Recurso
Genético

Cruzas

Selección

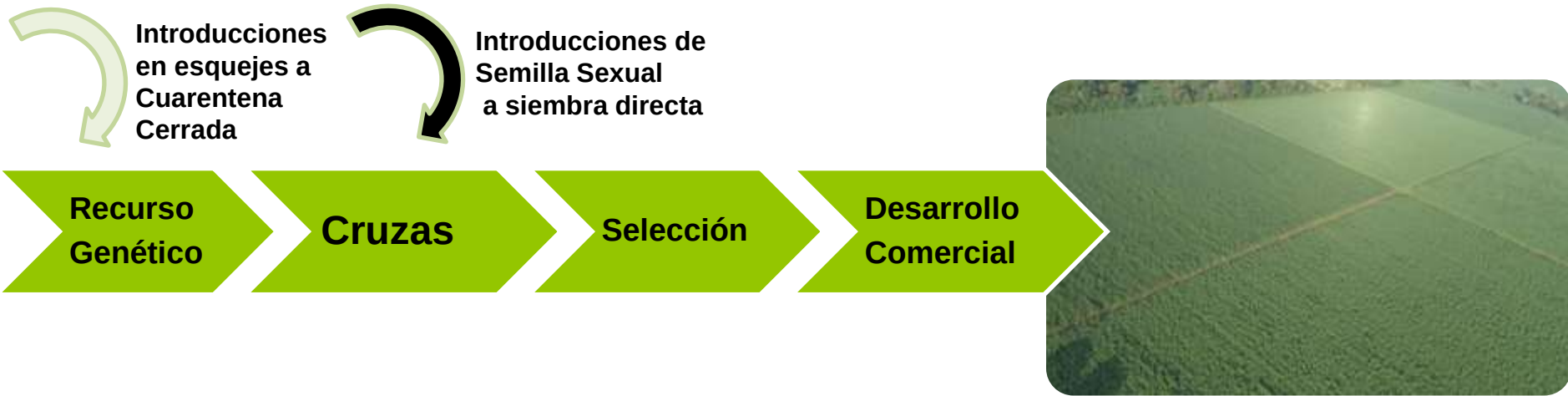
Desarrollo
Comercial



Recurso Genético_Estrategia de evaluación



Recurso Genético_Estrategia de evaluación

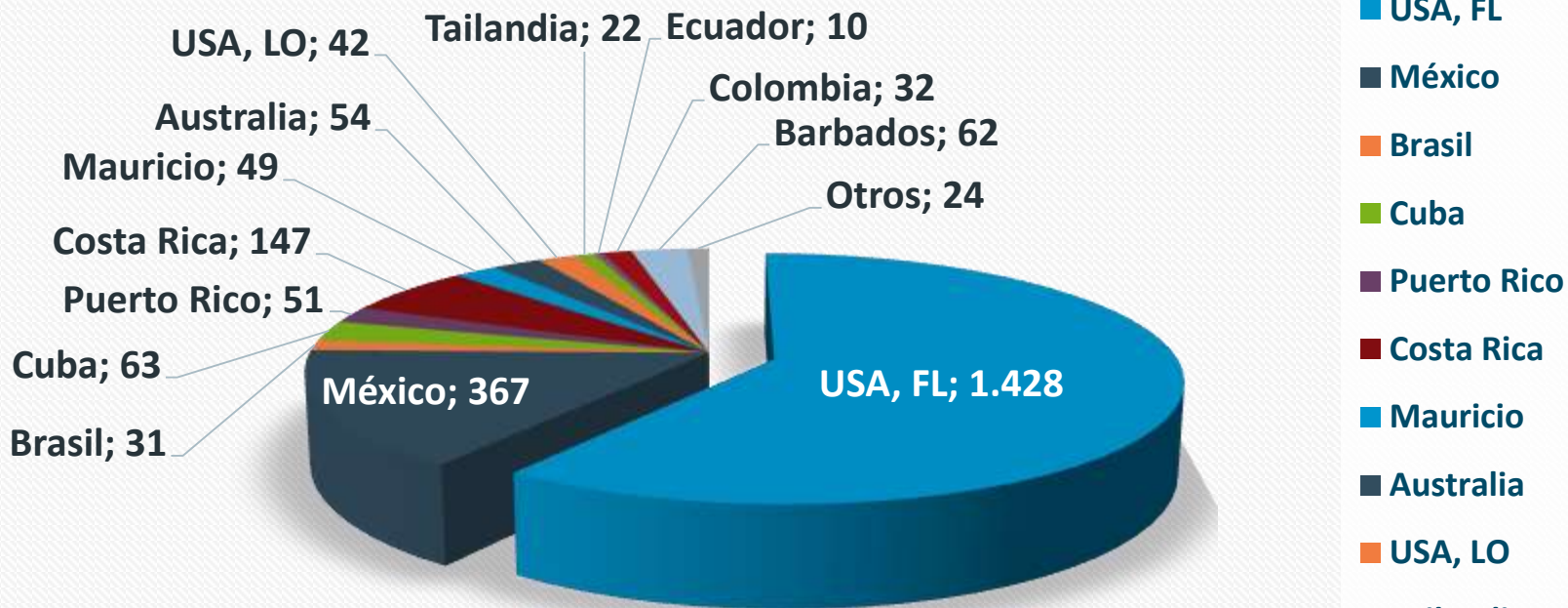


CP97-1777 x CG98-46



CG00-102 x CP80-1743

Recurso Genético_Resultado a Octubre 2017



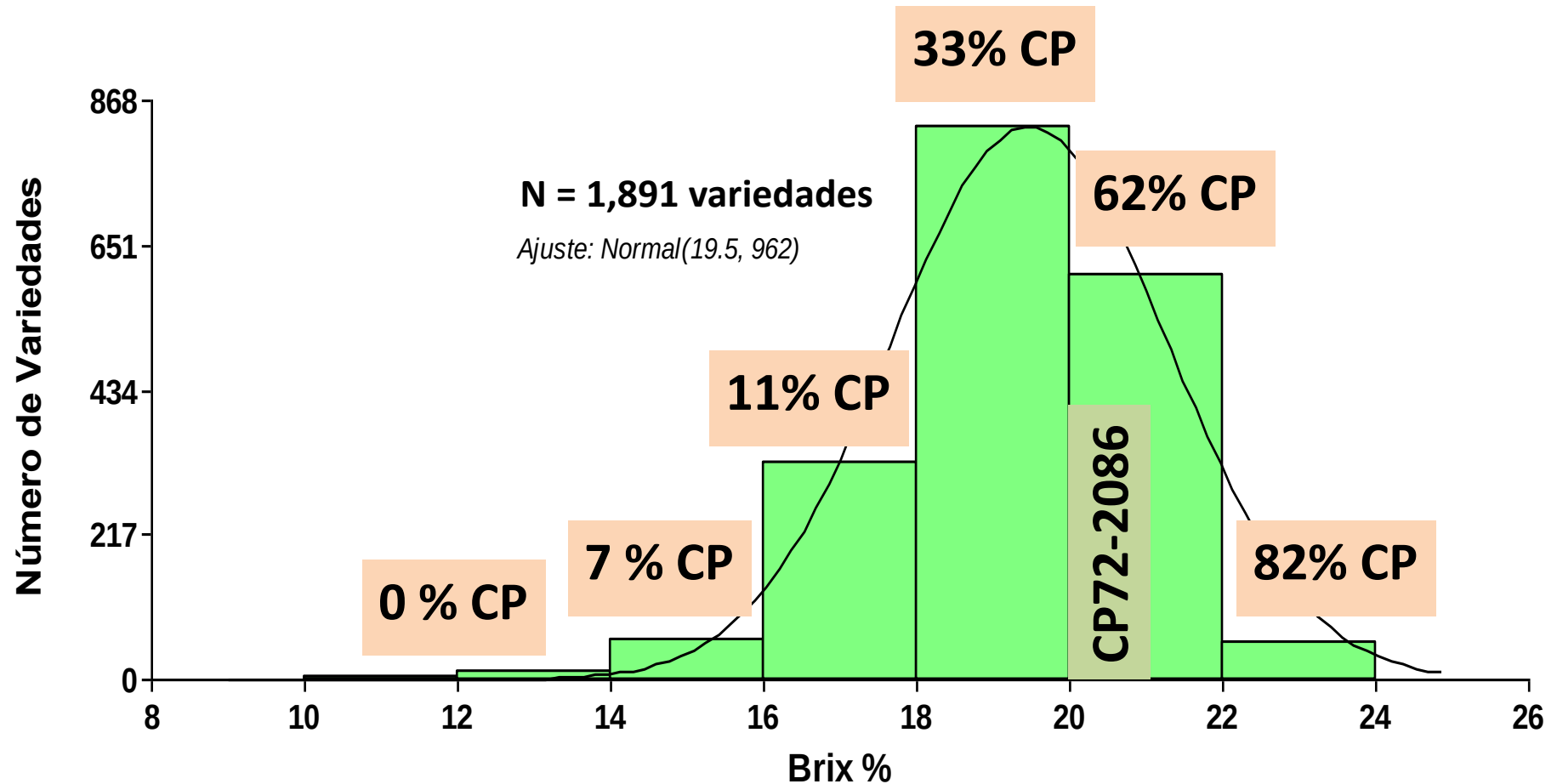
Recurso Genético_Enfasis Canal Point, FL USA

- 1. Principal fuente de variedades comerciales en Guatemala.**
- 2. Fuente de genes para:**
 - a) Variedades con alto contenido de sacarosa
 - b) Variedades No Flor y Flor
 - c) Variedades resistente a las enfermedades
 - d) Variedades con buena adaptabilidad

Recurso Genético_Enfasis Canal Point, FL USA

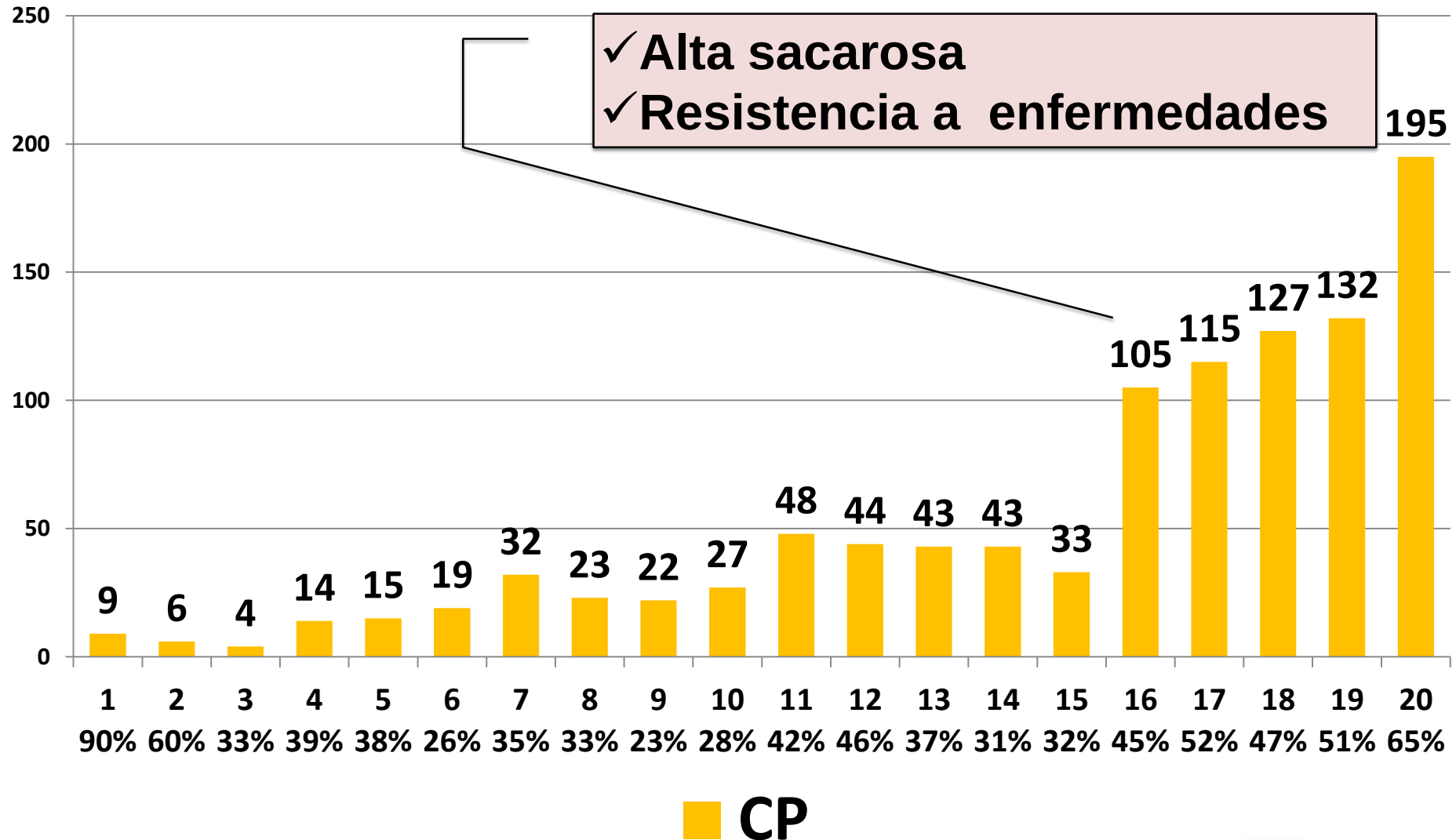
Año	Estado II		E III		Estado IV	
	No Flor		Flor		Flor	
2000	CP99	35	CP98	38	CP97	17
2001	CP00	59	CP99	15	CP98	0
2002	CP01	48	CP00	23	CP99	6
2003	CP02	49	CP01	11	CP00	10
2004	CP03	37	CP02	21	CP01	7
2005	CP04	17	CP03	2	CP02	12
2006	CP 05	9	CP04	0	CP03	2
2007	CP06	26	CP05	0	CP04	1
2009	CP07	23	CP06	8	CP05	4
2010	CP08	34	CP07	5	CPCL06	3
2011	CP09	43	CP08	5	CP07	2
2012	CP10	33	CP09	4	CP08	13
2013	CP11	26	CP10	12	CP09	12
2014	CP12	19	CP11	12	CP10	18

Recurso Genético _Enfasis Canal Point, FL USA

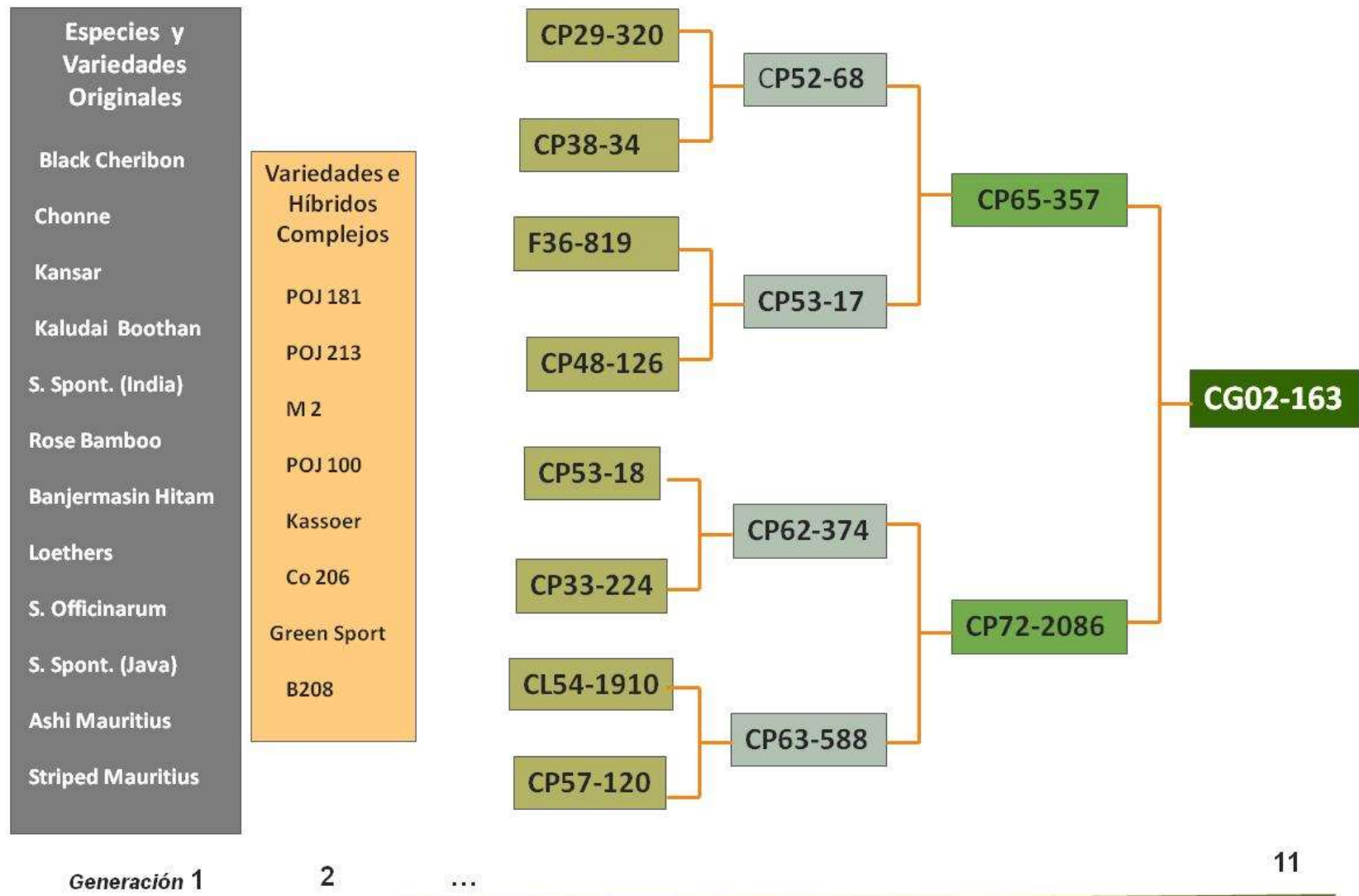


Corroboración ASOCIACION GENOMICA, CENGICAÑA-USDA, ARS, Canal Point FL.

Recurso Genético_Impacto en el uso como progenitores



Pedigree de la variedad CG02-163 (CP65-357 x CP72-2086)



Conclusiones

1. La introducción de germoplasma de caña de azúcar al Programa de variedades de CENGICAÑA con base en los resultados *es exitoso y debe mantenerse.*
2. Los caracteres de mejor expresión son la biomasa, contenido de sacarosa y fibra % caña.



SELECCIÓN DE PROGENITORES PARA REALIZAR CRUZAMIENTOS EN CAÑA DE AZÚCAR.

Enfasis contenido de sacarosa

Dr. José Luis Quemé

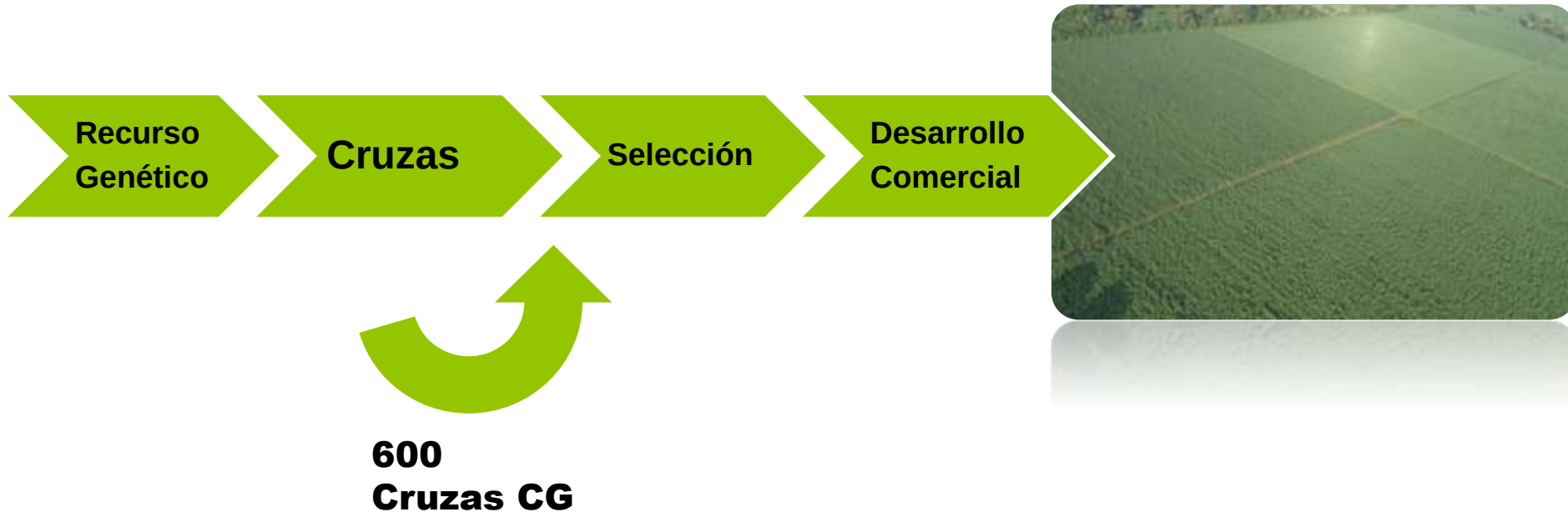
MSc. Héctor Orozco

Ing. Aldo Salazar

Programa de Variedades_Cruzamientos



Programa de Variedades_Cruzamientos



1ª etapa: levantamento de flechas

2ª etapa: leitura dos sexos em microscópio



Dr. Marcos Landel
Director del IAC

3ª etapa: Planejamento dos cruzamentos, são realizados de acordo com as flechas disponíveis, com o objetivo de unir as qualidades desejáveis de uma variedade.

4ª etapa: retirada do material em campo

5ª etapa: transporte das inflorescências

6ª etapa: fecundação nas lanternas, nesta etapa que envolve os cruzamentos, é realizado a emasculação para maior viabilização dos pólenes femininos. Neste processo, as inflorescências emasculadas são pintadas de amarelo, inflorescências masculinas de cor preta e inflorescências femininas diretas (não emasculadas) são vermelhas. As inflorescências abertas são retiradas e somente são mantidas as que permaneceram fechadas. Após a montagem dos cruzamentos, os materiais são mantidos em lanternas por aproximadamente 15 dias em solução nutritiva de ácido sulfúrico, nítrico e fosfórico, formulada comercialmente.

Etc.

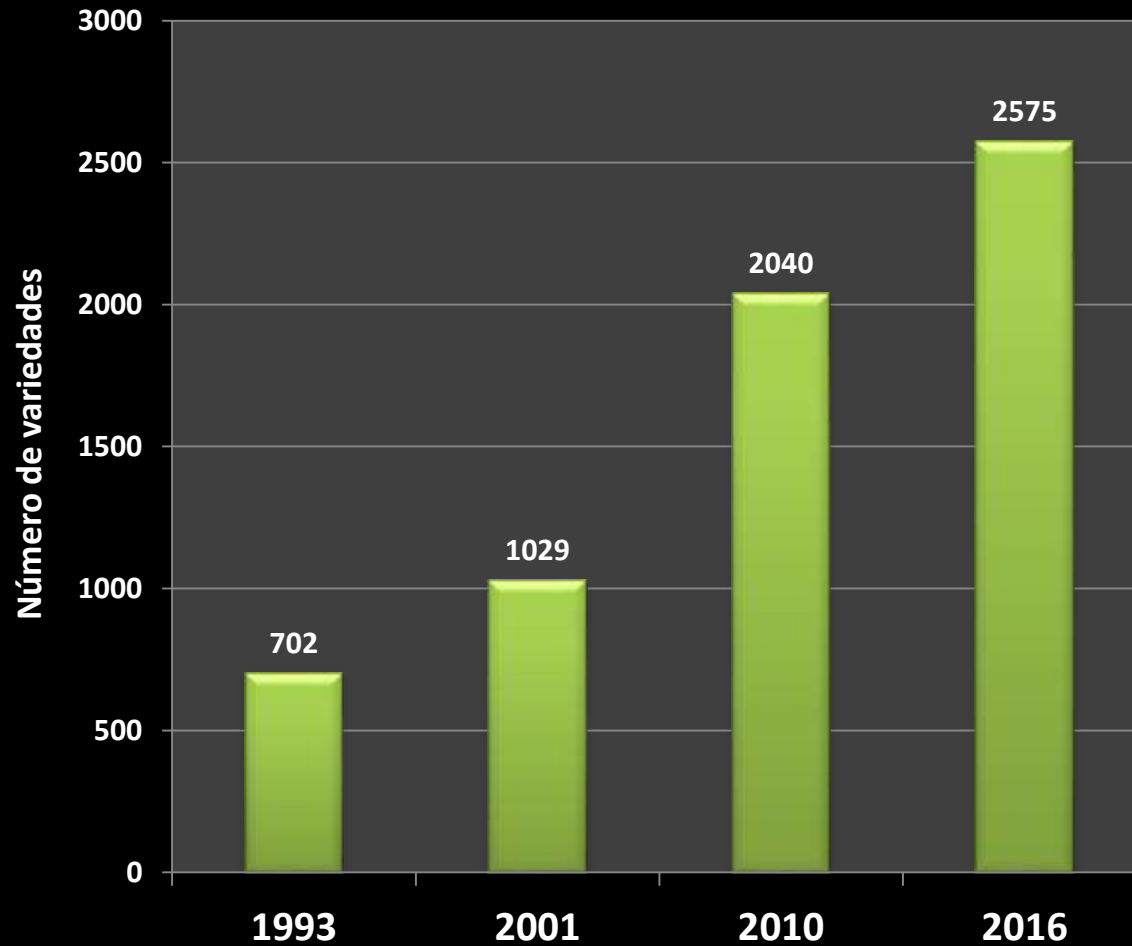
<http://www.canaoeste.com.br/conteudo/visita-aos-centros-de-producao-de-sementes-de-cana-de-acucar-dos-programas-de-melhoramento-genetico>

Colección Nacional

Objetivos

- Conservar, ampliar y utilizar la variabilidad con fines de **mejoramiento genético**
- Identificar alguna variedad con miras a la **explotación comercial**
- Disponer de **semilla genética**

Colección Nacional: Número de accesiones



País	No. Variedades
Australia	3000
Barbados	2654
Brasil	3626
Colombia	1273
India	3340
Reunión	1200
Sud África	1797
Florida USA	2500
Guatemala	2575

Colección Nacional-CENGICAÑA

País	Siglas	Número
Estados Unidos	CP, L, CPCL, HoCP, CL, H, Ho, TCP, US, CPUS, FLA, LCP	1171
Guatemala	CG, CGCP, CGMex, CGSP, PGM, PGMCG	415
México	Mex, LTMex, MotzMex, ZMex, LGM, AteMex, CAZEMex, ICPMex, ITAVMex, ITV	202
Barbados	B, BJ, BR, BA, BBZ, BT	176
Brasil	SP, RB, CB, IAC	117
Puerto Rico	PR, MPR, MZC	108
Cuba	CSG, C, UCW, My, Ja, Cubana, Gloria, PPQK, otras	100
Australia	Q, EROS, Neptune, Pindar, Ragnar	59
Mauricio	M	38
Costa Rica	LAICA	29
Colombia	CC, EPC, ICA	23
India	Co	19
Tailandia	MTP, MPT	13
Argentina	NA, TUC	11
Ecuador	ECSP, ECU	10
Java	POJ	6
Sudáfrica	N, NCo	5
Taiwán	F, TA	5
Nueva Guinea	NG	4
República Dominicana	CR, RD	4
Sri Lanka	K, KA	3
Venezuela	V	2
Otras	Otras	55
Total		2575

Recurso Genético_Importación anual



Importaciones a
Cuarentenas
Cerrada & Abierta
Cultivo de tejidos

**Recurso
Genético**

Cruzas

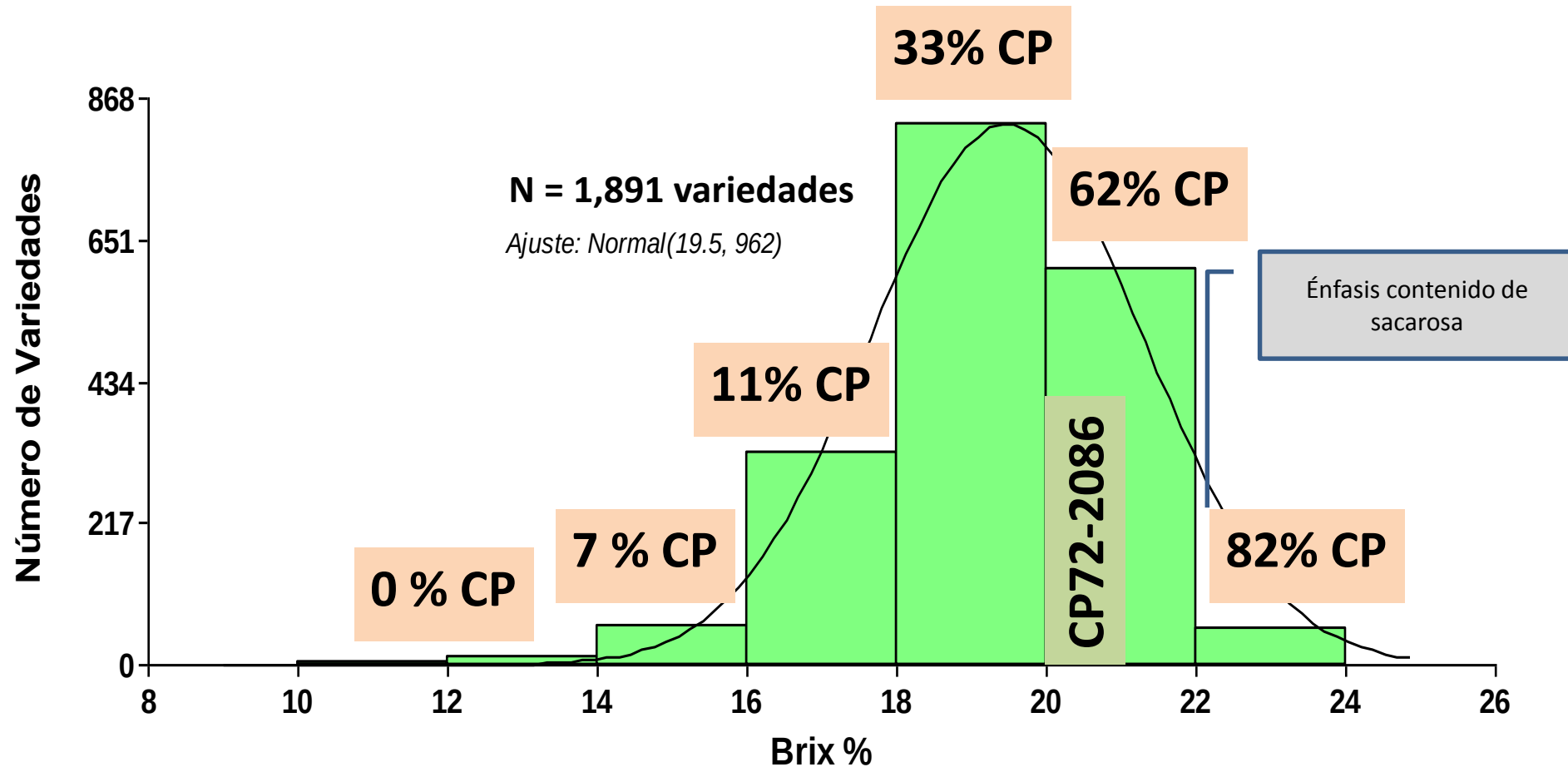
Selección

**Desarrollo
Comercial**



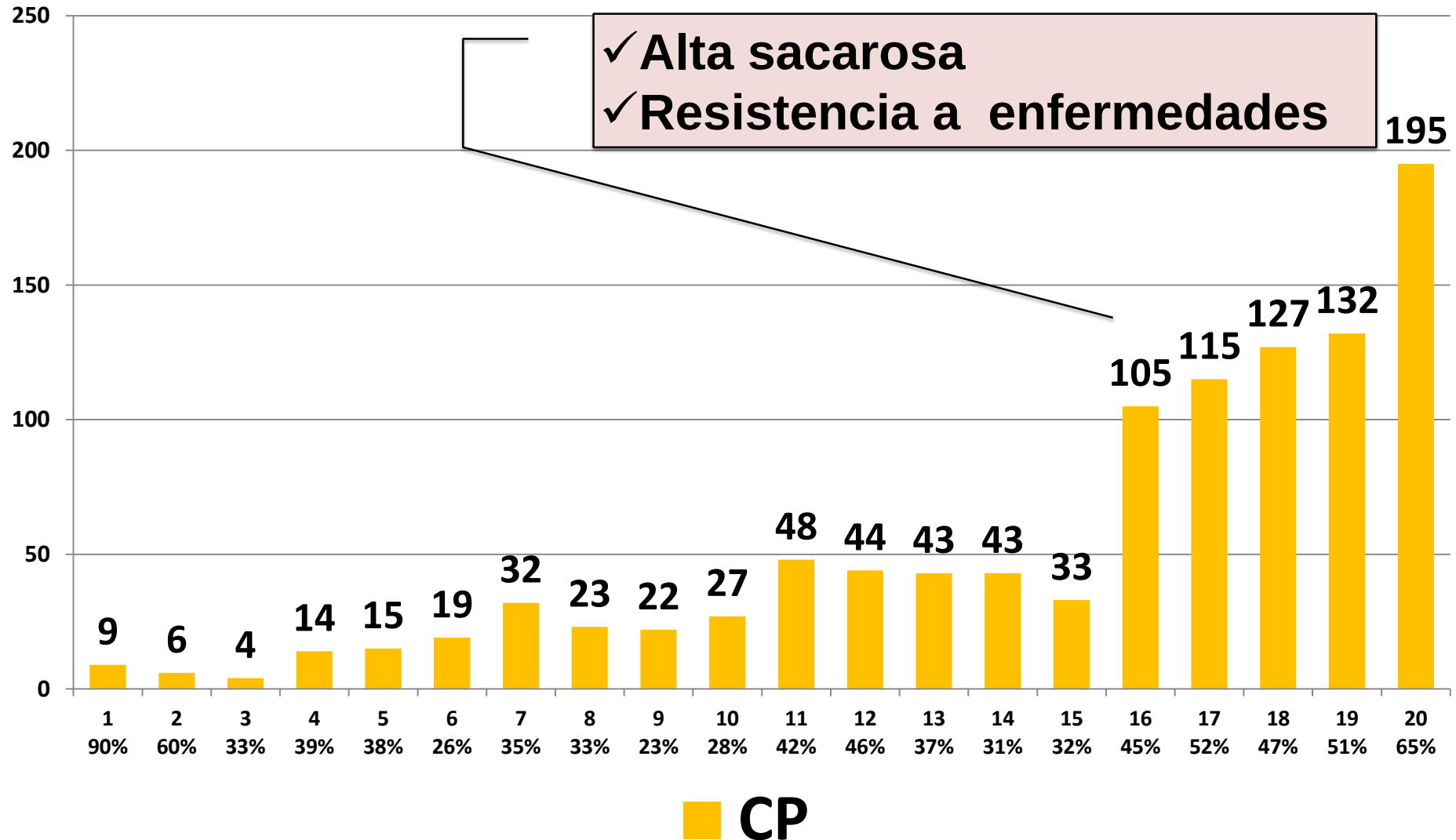
Énfasis contenido de
sacarosa

Recurso Genético_Enfasis Canal Point, FL USA

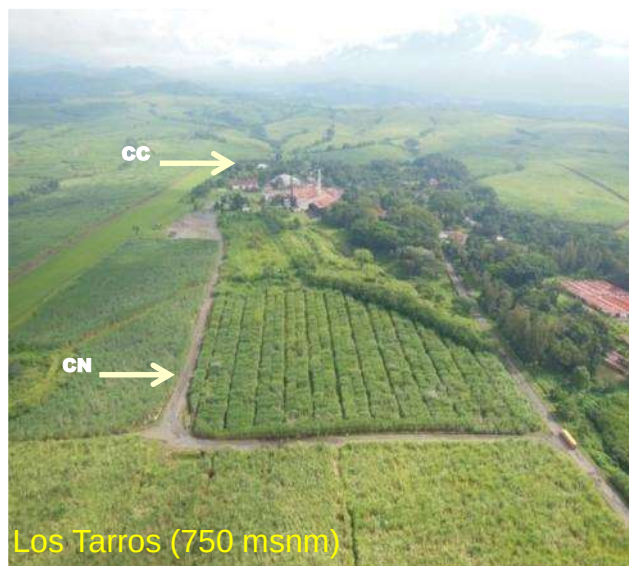


Corroboración ASOCIACION GENOMICA, CENGICAÑA-USDA, ARS, Canal Point FL.

Recurso Genético_Impacto en el uso como progenitores



Incidencia de floración natural



Zafra	Incidencia de floración (%)	
	Estrato Alto Los Tarros (760 msnm)	Estrato Medio Camantulul (300 msnm)
2007-08	91*	68
2008-09	83	36
2009-10	67	26
2010-11	95	91
2011-12	93	76
2012-13	82	61
2013-14	86	63
2014-15	86	54
2015-16	58	30

* Porcentaje de variedades con flor

Cámara de fotoperiodo para la inducción y sincronización de la floración



1ª etapa: levantamento de flechas

2ª etapa: leitura dos sexos em microscópio

Ênfase conteúdo de sacarosa



Dr. Marcos Landel
Director del IAC

3ª etapa: Planejamento dos cruzamentos, são realizados de acordo com as flechas disponíveis, com o objetivo de unir as qualidades desejáveis de uma variedade.

4ª etapa: retirada do material em campo

5ª etapa: transporte das inflorescências

6ª etapa: fecundação nas lanternas, nesta etapa que envolve os cruzamentos, é realizado a emasculação para maior viabilização dos poléns femininos. Neste processo, as inflorescências emasculadas são pintadas de amarelo, inflorescências masculinas de cor preta e inflorescências femininas diretas (não emasculadas) são vermelhas. As inflorescências abertas são retiradas e somente são mantidas as que permaneceram fechadas. Após a montagem dos cruzamentos, os materiais são mantidos em lanternas por aproximadamente 15 dias em solução nutritiva de ácido sulfúrico, nítrico e fosfórico, formulada comercialmente.

Etc.

<http://www.canaoeste.com.br/conteudo/visita-aos-centros-de-producao-de-sementes-de-cana-de-acucar-dos-programas-de-melhoramento-genetico>

Programa de Cruzamientos

Objetivos

- Crear la **variabilidad genética**
- Utilizar la variabilidad genética para **selección de genotipos superiores**
- Base fundamental para lograr el **objetivo de la calidad** del Programa de Variedades

Objetivo de la calidad: seleccionar al menos una variedad CG o Introducida que supere en TAH a las variedades testigo (CP72-2086) y con resistencia a las principales enfermedades.

Plan de cruzas – Criterios de selección de los progenitores

Características Fundamentales:

1) Contenido de sacarosa (Pol % caña, Brix %)

2) Toneladas de caña por hectárea (TCH)

3) Resistencia a enfermedades

Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*)

Roya Marrón (*Puccinia melanocephala*)

Otras

4) Otros

Plan de Cruzas – Criterios de selección de los progenitores

Valor en relación a CP72-2086	Pol % en caña ó Brix % énfasis	TCH	Grado de resistencia o susceptibilidad		
			Roya Naranja	Roya Marrón	Ambas royas
>=120%	P1	T1	Diferentes codificaciones	Diferentes codificaciones	No Sintomas para ambas
100-119%	P2	T2	Diferentes codificaciones	Diferentes codificaciones	No Sintomas para ambas
90-99 %	P3	T3	Diferentes codificaciones	Diferentes codificaciones	No Sintomas para ambas

Programa de Variedades-Cruzamientos



Cubículos



Faroles

Programa de Variedades-Cruzamientos



Biparentales



Policruzas

Cruzamientos_Uso de progenitores

[illegible]

Ejemplo de la respuesta de las progenies de acuerdo al contenido de Brix % de los progenitores

Tipo de combinación de acuerdo al contenido de Brix %	Cruzas	Brix % Hembra	Brix % Macho	Brix % de la proge nie	Relaci ón (%)
P1 x P2	CP73-1547 x CP70-1133	22.5	18.5	23.3	19
	CP73-1547 x CP63-588	22.5	19.0	23.0	17
P2 x P2	CP72-1210 x CP87-1491	19.5	19.0	20.6	5
P2 x P3	Mex73-523 x Mex57-683	15.5	19.0	19.4	-1
	CG97-100 x PR87-2048	19.0	15.0	18.6	-5
P3 x P3	CSG48-992 x CSG48-792	15.0	15.5	15.6	-20
Testigo comercial	CP72-2086			19.6	0

Recurso Genético_Estrategia de evaluación

Importación de Semilla Sexual
a siembra directa,
Barbados, México, Canal Point

Énfasis contenido de
sacarosa

Recurso
Genético

Cruzas

Selección

Desarrollo
Comercial



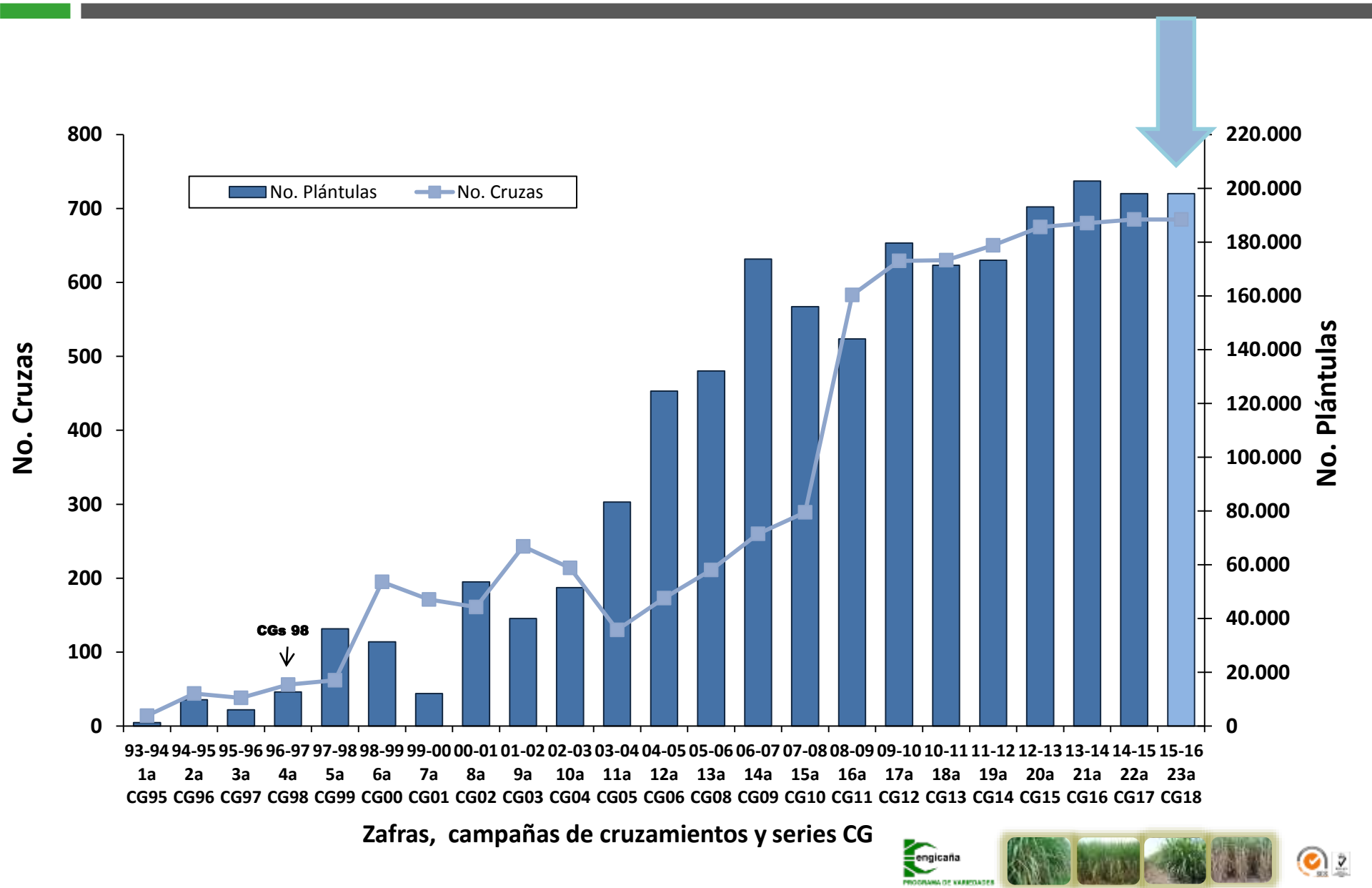
CP97-1777 x CG98-46



CG00-102 x CP80-1743



Cruzamientos_Resultados Relevantes



Estado I – Fase inicial

Transplante de plántulas al campo definitivo



Selección Familiar_Objetivos

- a) Identificación de *progenitores y cruzas superiores*
- b) Realizar una *selección más eficiente* del estado I para el estado II

Selección Familiar_Metodología



CP73-1547 x CP63-588

Diseño: BCA, 2 repeticiones

UE: 2 surcos de 10 m

Tratamientos = Familias

Cada familia: 84 macollas= variedades

Selección Familiar_Resultados

Índice	Cruzas	Brix (%)	Roya N. (%)	Roya M. (%)	Carbón (%)	Escald. (%)	Mos. (%)	SCYLV (%)
8	CP73-1547 x CP89-1288	21.9	0	2	0	0	5	6
9	Mex57-351 x CP81-1384	22.3	1	1	0	0	5	7
10	CP73-1547 x L82-41	21.8	0	3	0	0	5	1
11	CP73-1547 x CP70-1133	23.3	5	4	0	0	8	10
11	CP73-1547 x CP63-588	23.0	5	9	0	0	16	9
29	CP72-2086 =CP62-374 x CP63-588	19.6	35	0	0	0	93	19
29	SP79-2233 = H56-2954 x Policruza	19.2	64	0	0	0	33	38

Publicaciones



Quemé and Orozco, H. 2015. Importance of foreign sugarcane (*Saccharum spp.*) clones in the improvement of sugar content in CG Cultivar. *In* 11th Germplasm & Breeding, 8th Molecular Biology, ISSCT Workshop. Saint- Gilles Réunion Island/1-5 June 2015.

Melgar, M. and **Quemé, J. L.** 2014. Sugarcane Crop Adaptation to Climate Change in Guatemala. *Sougar Journal*, January 2015. pp 11-19.

Quemé, J. L., Orozco, H., Rosales, F. and Melgar, M. 2014. Outstanding commercial varieties and their influence upon the adoption of new sugarcane varieties. *Sugar Journal*, February 2014. pp 18-23.

Quemé, J. L., Molina, L. and Melgar, M. 2005. Analysis of genetic similarity among 48 sugarcane varieties using microsatellites DNA sequences. *Proc. Int. Soc. Sugarcane Technol.* 25 (2):592-596.

Quemé, J.L., Salazar, A. y Orozco, H. 2014. Identificación de cruas y progenitores superiores de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en diferentes experimentos de selección familiar. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2013-2014. CENGICAÑA, Guatemala. pp 159-169.

Quemé, J.L., Salazar, A. y Orozco, H. 2013. Implementación de la selección familiar en caña de azúcar (*saccharum spp.*) en el Programa de Variedades de CENGICAÑA. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2012-2013. CENGICAÑA, Guatemala. pp 111-118.

Quemé, J.L., Salazar, A. y Orozco, H., 2013. Progenitores y sus descendencias en los estados I y IV de selección. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2012-2013. CENGICAÑA, Guatemala. pp 119-124.

Publicaciones



Quemé, J.L., Orozco, H. y Salazar, A. 2013. Evaluación de la colección de germoplasma de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) de CENGICAÑA en dos ambientes de la zona cañera de Guatemala. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2012-2013. CENGICAÑA, Guatemala. pp 125-132.

Quemé, J. L., Orozco, H., Longo, F. y Melgar, M. 2012. Variedades comerciales destacadas y sus implicaciones en la adopción de variedades nuevas de caña de azúcar. *In*: Memoria Congreso Atalac-Tecnicaña 2012, Tomo I. Campo, Cali-Colombia. pp 72-83.

Quemé, J.L., Salazar, A. y Orozco, H. 2011. Planificación de cruzamientos en el Programa de Variedades de CENGICAÑA. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2010-2011. CENGICAÑA, Guatemala. pp 74-82.

Quemé, J.L., Orozco, H. y Salazar, A. 2010. Estrategia de cruzamientos en el Programa de Variedades de CENGICAÑA. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2009-2010. CENGICAÑA, Guatemala. pp 87-91

Quemé, J.L. y Melgar, M. 2006. Procedimiento para el análisis de la relación entre genotipos de caña de azúcar por medio de marcadores moleculares utilizando el paquete computacional NTSYSpc. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2005-2006. CENGICAÑA, Guatemala. pp 86-90.

Quemé, J.L., Molina, L. Melgar, M. y Ponciano, K. 2004. Análisis de la similitud genética de 48 variedades de caña de azúcar utilizando secuencias Microsatelite de ADN. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2003-2004. CENGICAÑA, Guatemala. pp 67-71.

Quemé, J. L., Orozco, H., Ovalle, W. y Linares, E. 2001. Planificación de cruzamientos y producción de semilla sexual en la zafra 2000-2001. *In* Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2000-2001. CENGICAÑA, Guatemala. pp 21-28.

Programa de Selección

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales

- 1) Las nuevas variedades son producidas mediante hibridación y reproducción clonal.
- 2) La selección se aplica en todas las etapas del mejoramiento genético: en progenitores, potenciales cruza, cruza después de las pruebas de progenie y en plántulas-macollas producidas por polinización cruzada.

Fuente: J.C. Skinner, D:M. Hogarth, and K.K: Wu. 1987. SELECTION METHODS, CRITERIA, AND INDICES. En: Sugarcane Improvement through breeding. Ed: Don J. Heinz. ELSEVIER.

Programa de Selección

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales

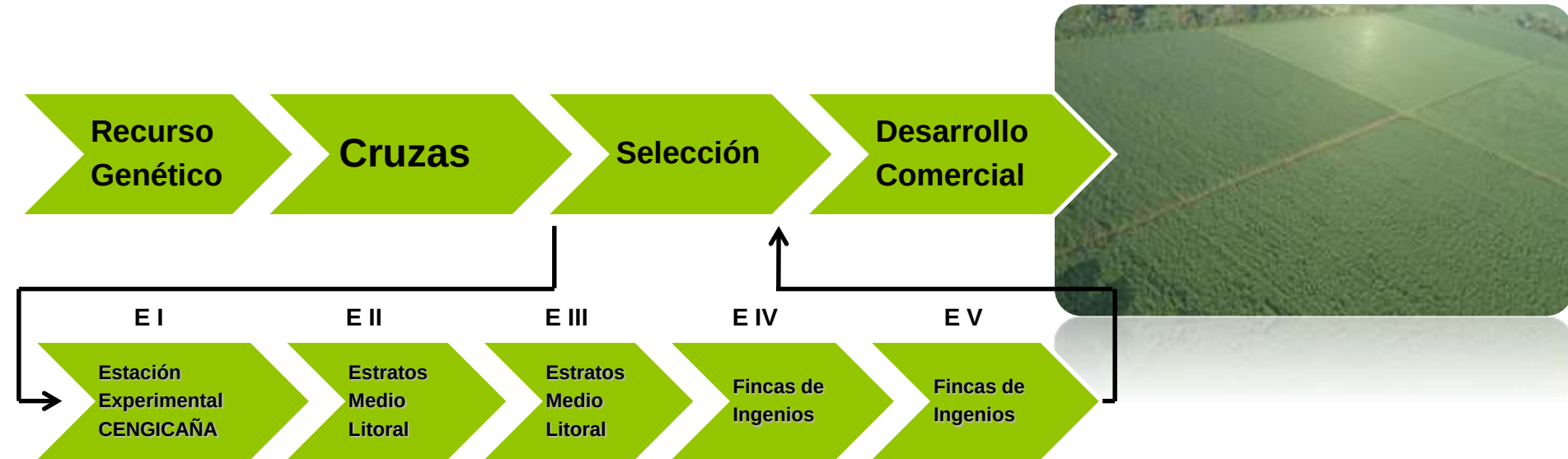
3. ***La selección óptima se logra*** a) usando la mas baja presión de selección posible y por caracteres heredables y b) decisiones finales sobre la base de ensayos replicados en localidades y cortes.

4. ***Cualquier selección superior*** a las variedades testigo se propaga para posible liberación y uso comercial.

Fuente: J.C. Skinner, D:M. Hogarth, and K.K: Wu. 1987. SELECTION METHODS, CRITERIA, AND INDICES. En: Sugarcane Improvement through breeding. Ed: Don J. Heinz. ELSEVIER.

Programa de Selección

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales



Programa de Selección

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales

Recurso
Genético

Cruzas

Selección

Desarrollo
Comercial



E I

E II

E III

E IV

E V

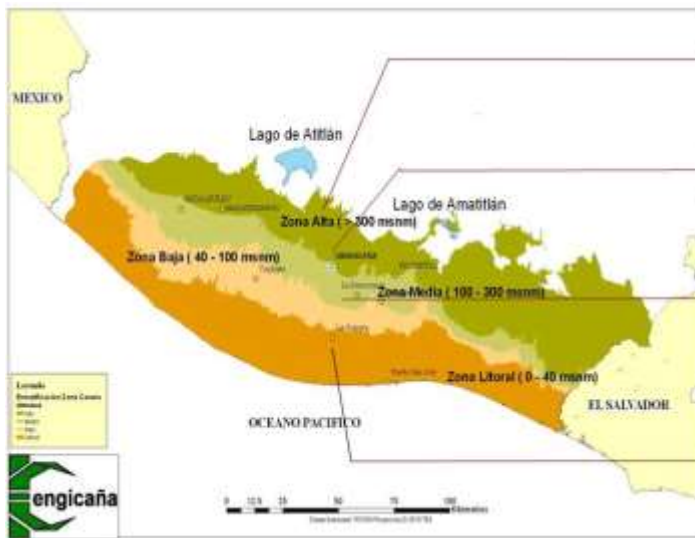
Estación
Experimental
CENGICAÑA

Estratos
Medio
Litoral

Estratos
Medio
Litoral

Fincas de
Ingenios

Fincas de
Ingenios



SubEEEE Finca Los Tarros

Ingenio La Unión

E. Experimental CAMANTULUL

CENGICAÑA

SubEEEM Finca El Bálsamo

Ingenio Pantaleón

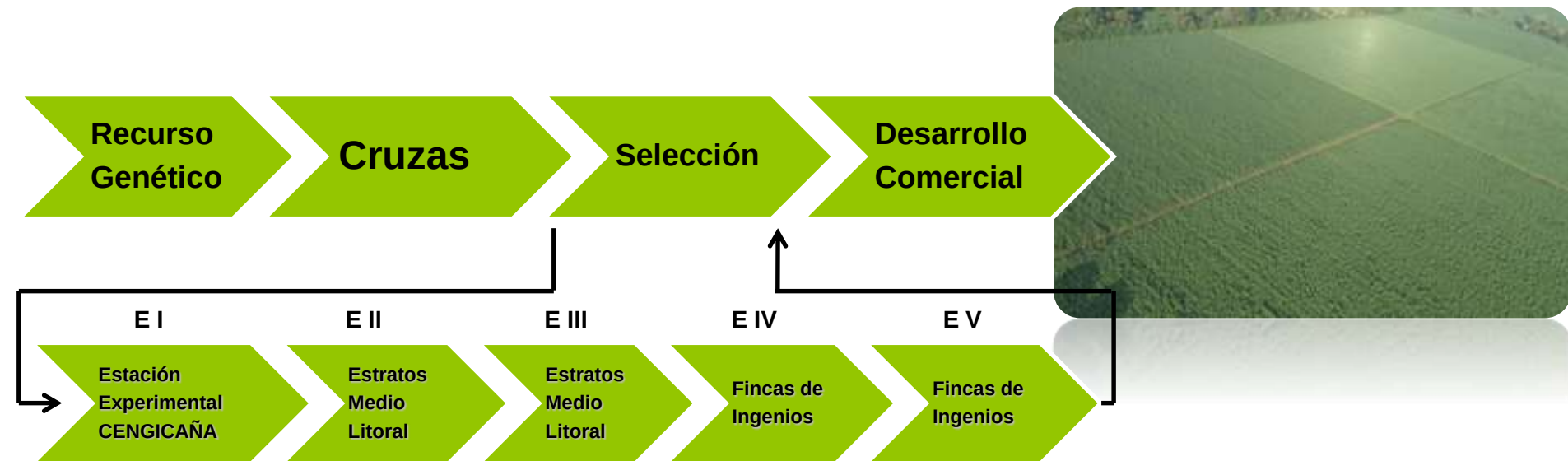
SubEEEL Finca El Retazo

Ingenio Magdalena

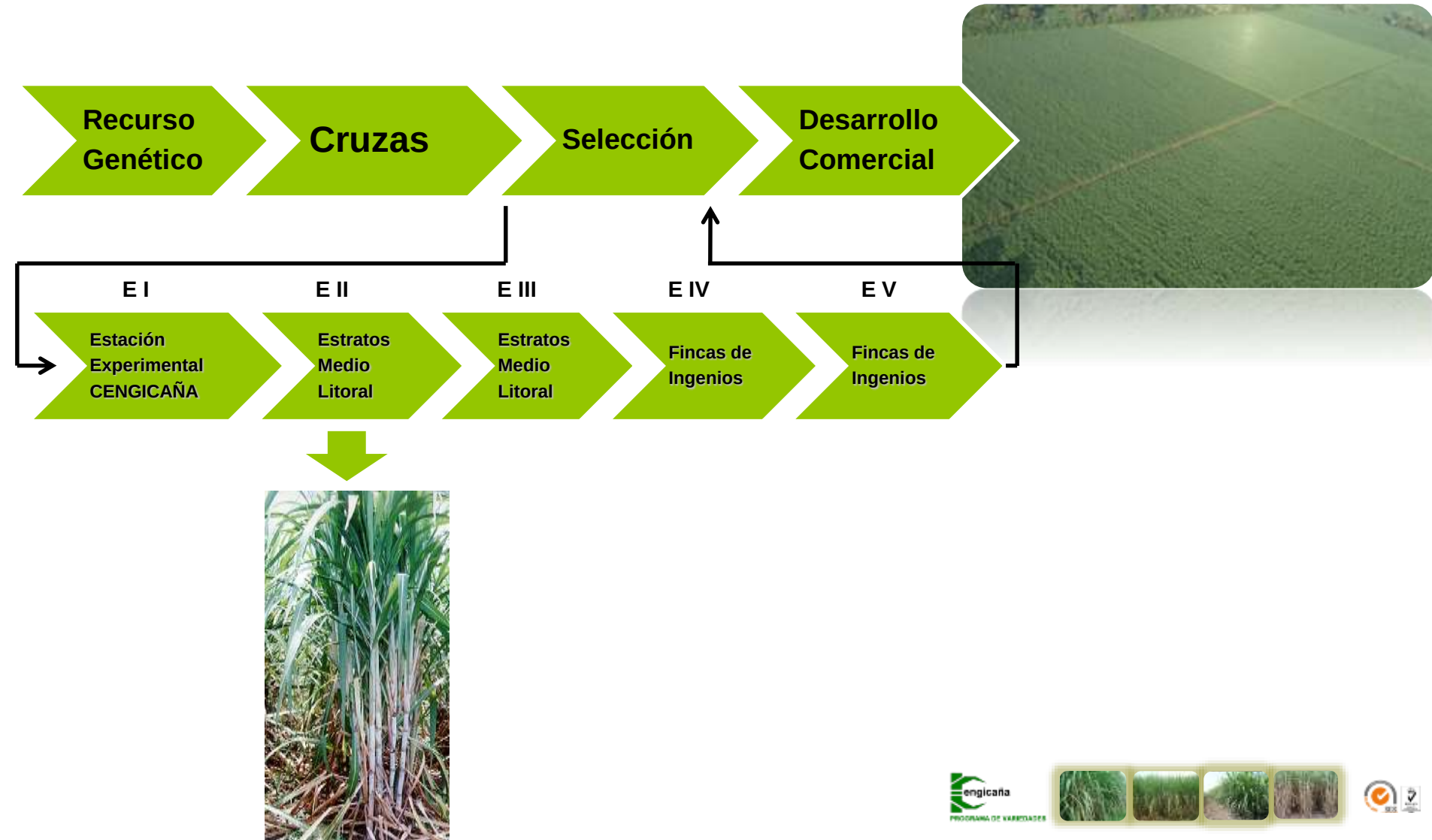


Programa de Selección-Estado I

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales



Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales



Sub Estación Experimental Zona Media, Finca El Bálsamo, Ingenio Pantaleón

Estado II, Flor No Flor

Estado III, Flor No Flor (Plantía, 1Soca e Incrementos)

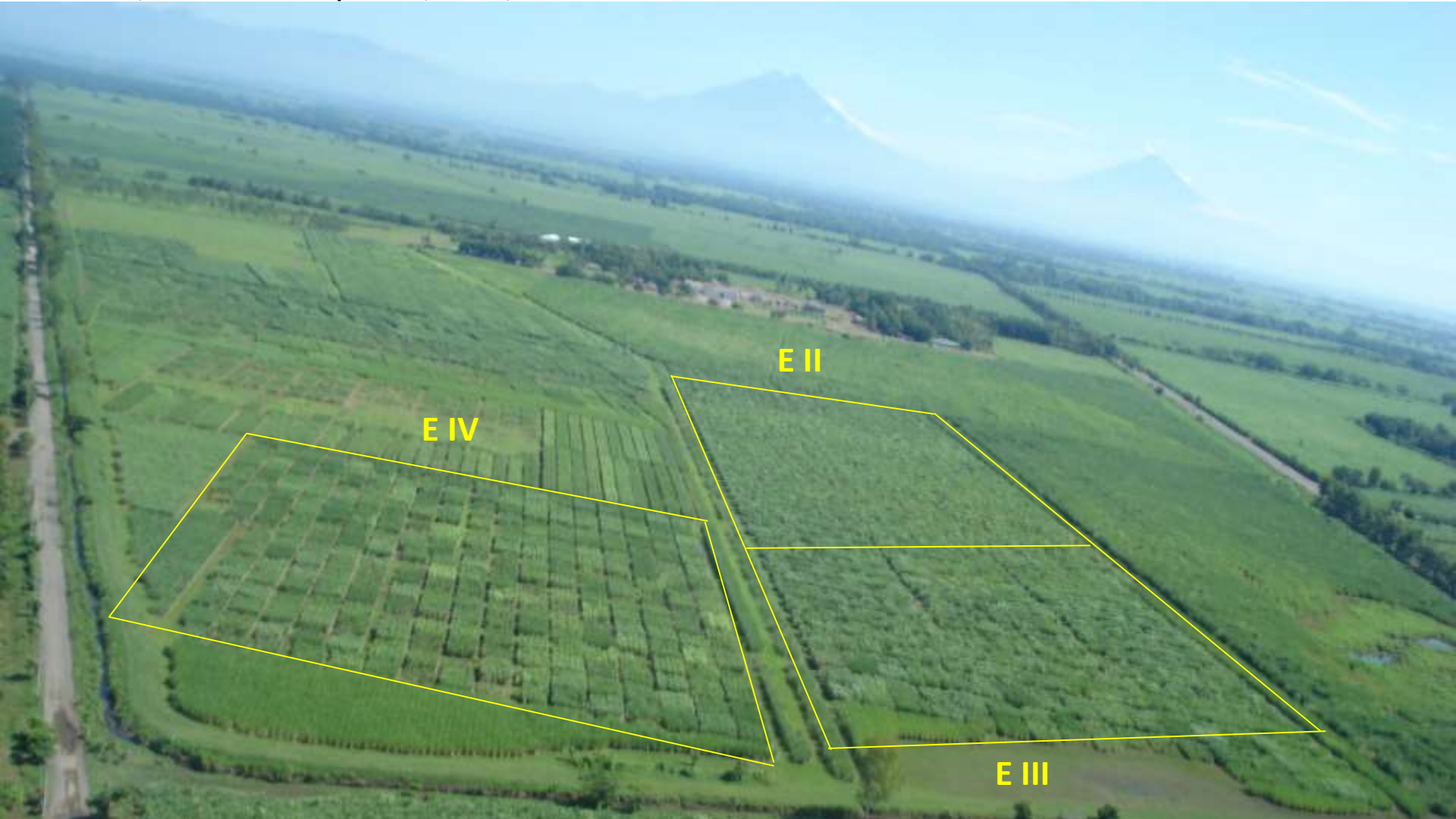
Estado IV, Flor No Flor (Plantía, 1Soca, 2Soca e Incrementos, Área: 18 ha



Sub Estación Experimental Zona Baja, Finca El Retazo, Ingenio Magdalena

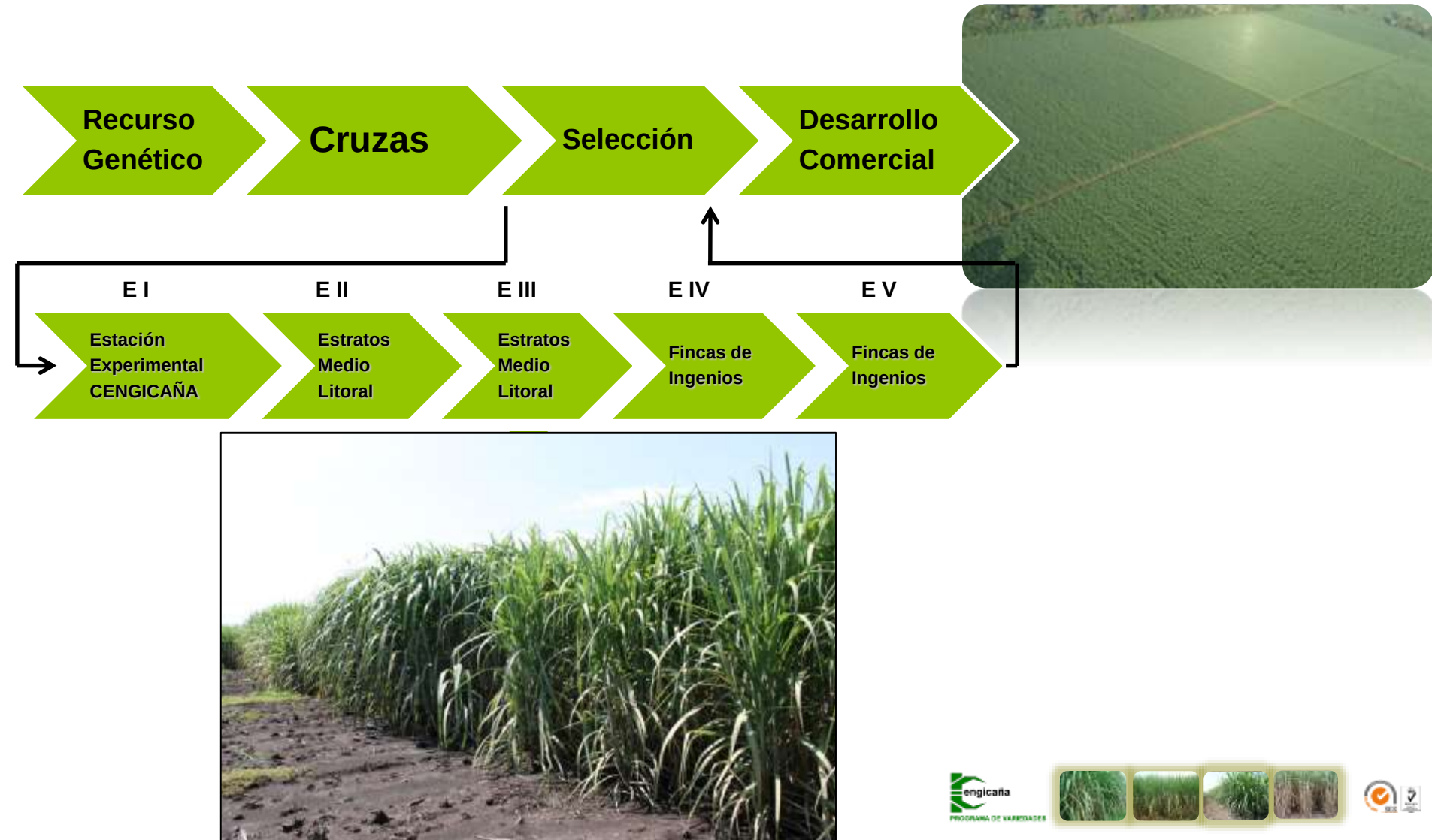
Estado II,	Flor	No Flor ,
Estado III,	Flor	No Flor (Plantía, 1Soca e Incrementos
Estado IV,	Flor	No Flor (Plantía, 1Soca, 2Soca e Incrementos

Área: 18 ha



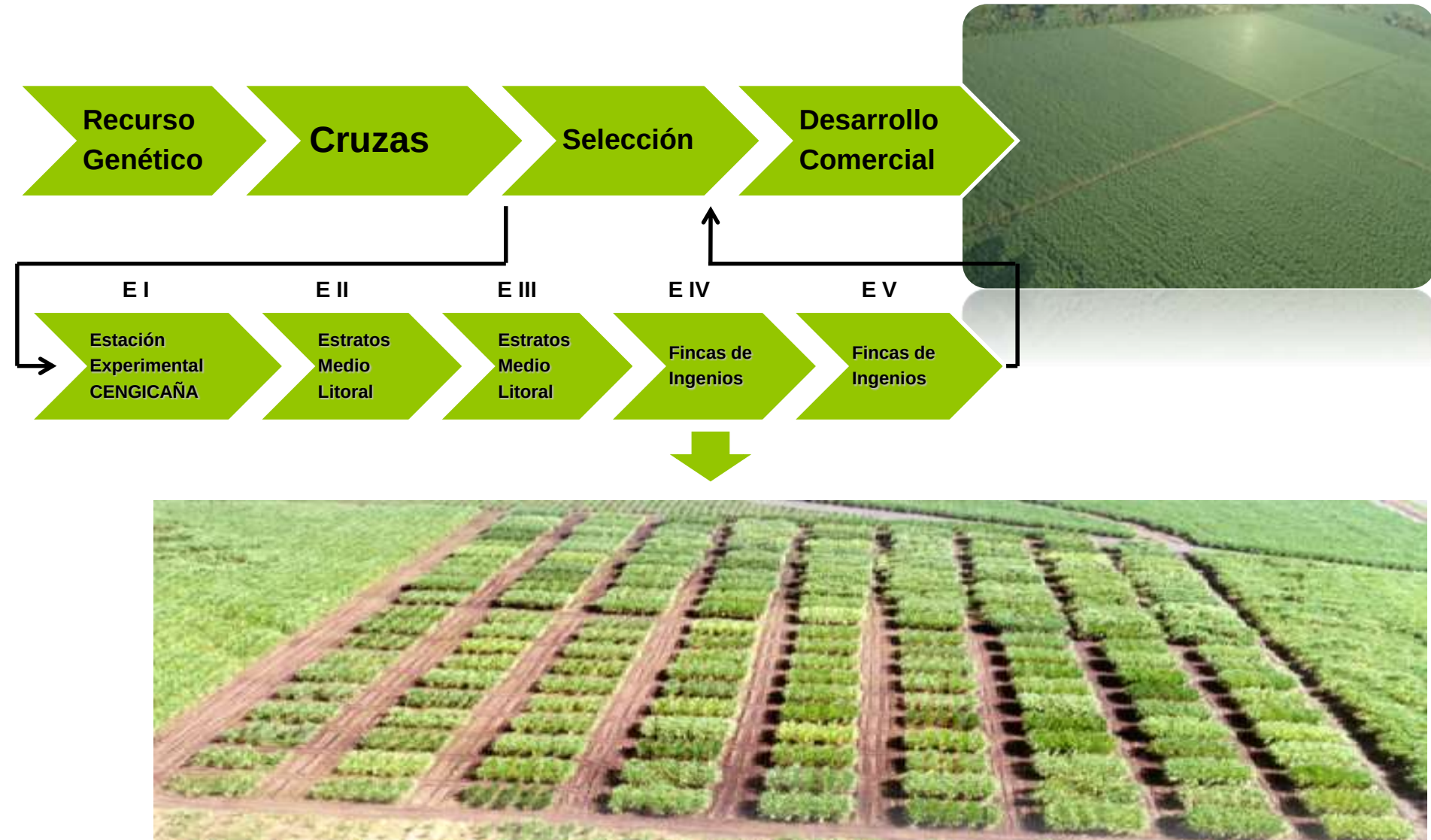
Programa de Selección-Estado III

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales



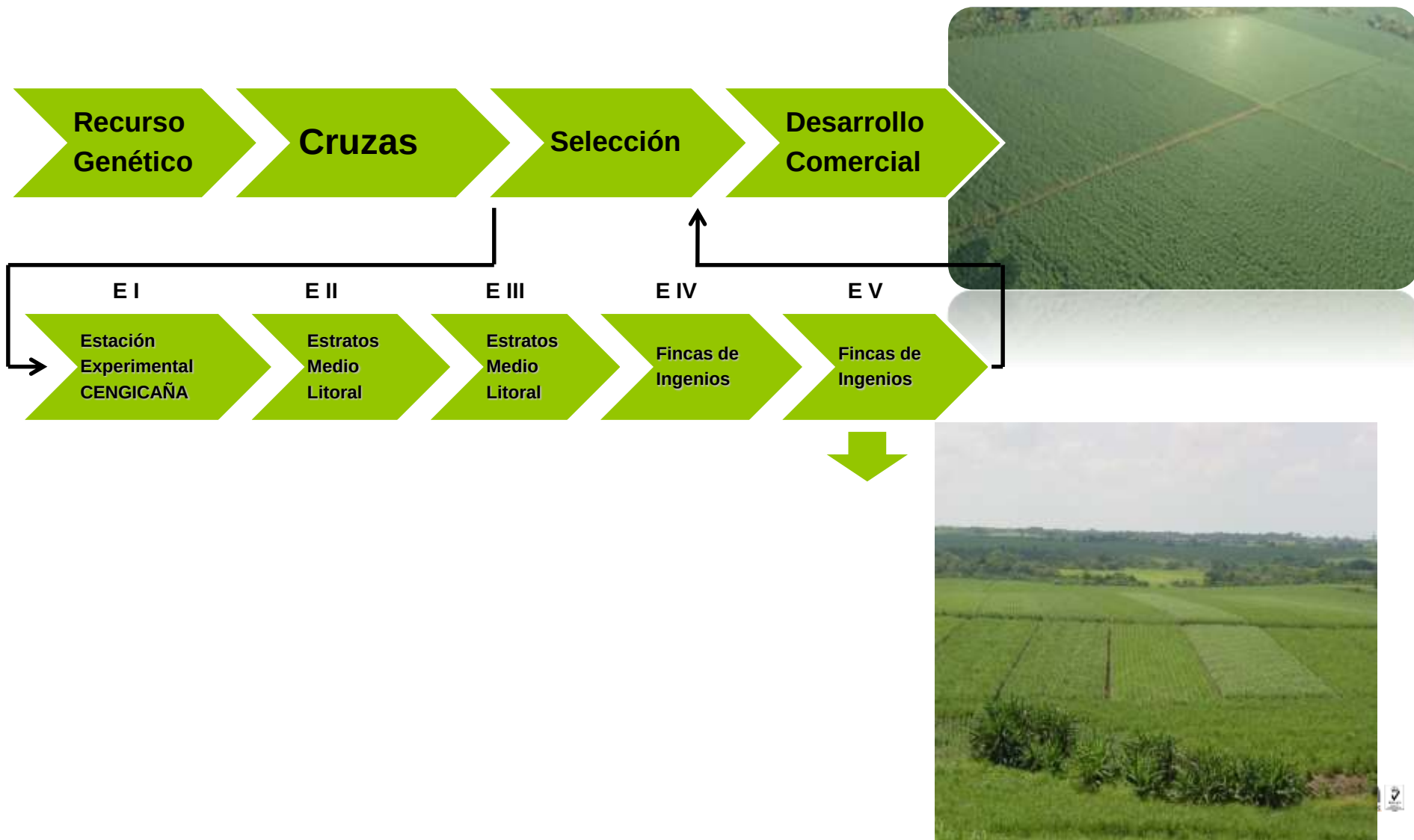
Programa de Selección-Estado IV

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales



Programa de Selección-Estado V

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales



Programa de Selección-Estado V

Variedades tempranas y tardías para 4 Estratos altitudinales

1. Identidad varietal.

Caracteres morfológicos y finger printing.

2. Calidad industrial.

Brix % jugo y Pol % jugo. KgAz/TC., Fibra %.

Azúcares reductores (glucosa, fructosa), pH, color y almidones.

3. Resistencia a enfermedades.

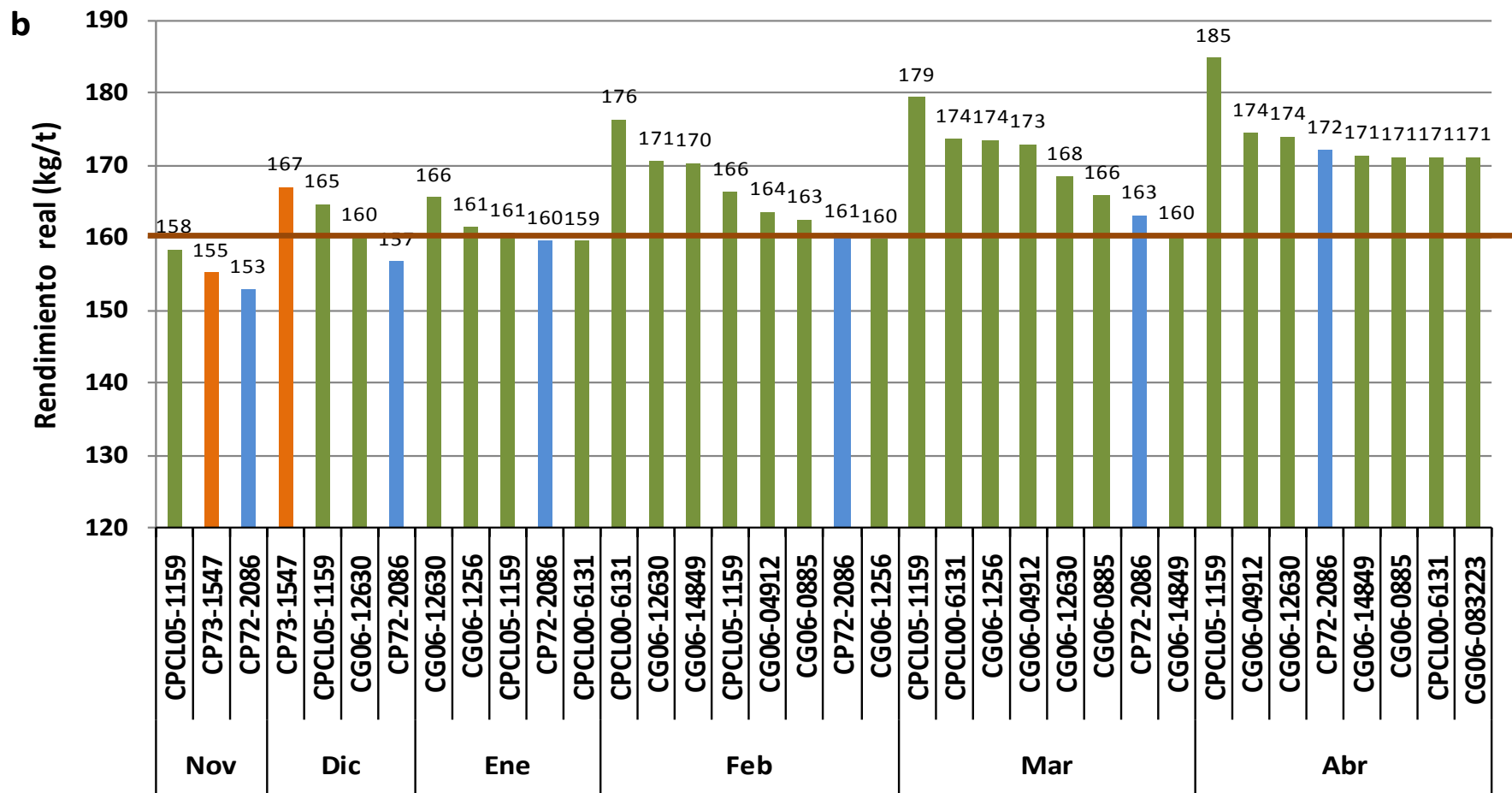
- ✓ Inoculación artificial: Carbón, Escaldadura foliar, RM, RN mas inóculo natural para caña seca.
- ✓ Presencia del *gen Bru1* para Roya marron.

4. Cosecha mecánica.



Kg/Az TC de 8 variedades con buen comportamiento de azúcar

Nivel mínimo de recuperación deseado en pre quema = 160 kg/t



✓ Este tipo de análisis de comparación con un nivel mínimo establecido, obliga a estar atentos con los valores altos de pol y así combinar la maduración fisiológica con la económica.

✓ Con variedades de alto rendimiento en prequema, la recuperación de azúcar en la fábrica será mayor.

Índice de Cosechabilidad para la Cosecha Mecánica en Verde

Variedad

Lote

1 TAH y Calidad de tallos-40%

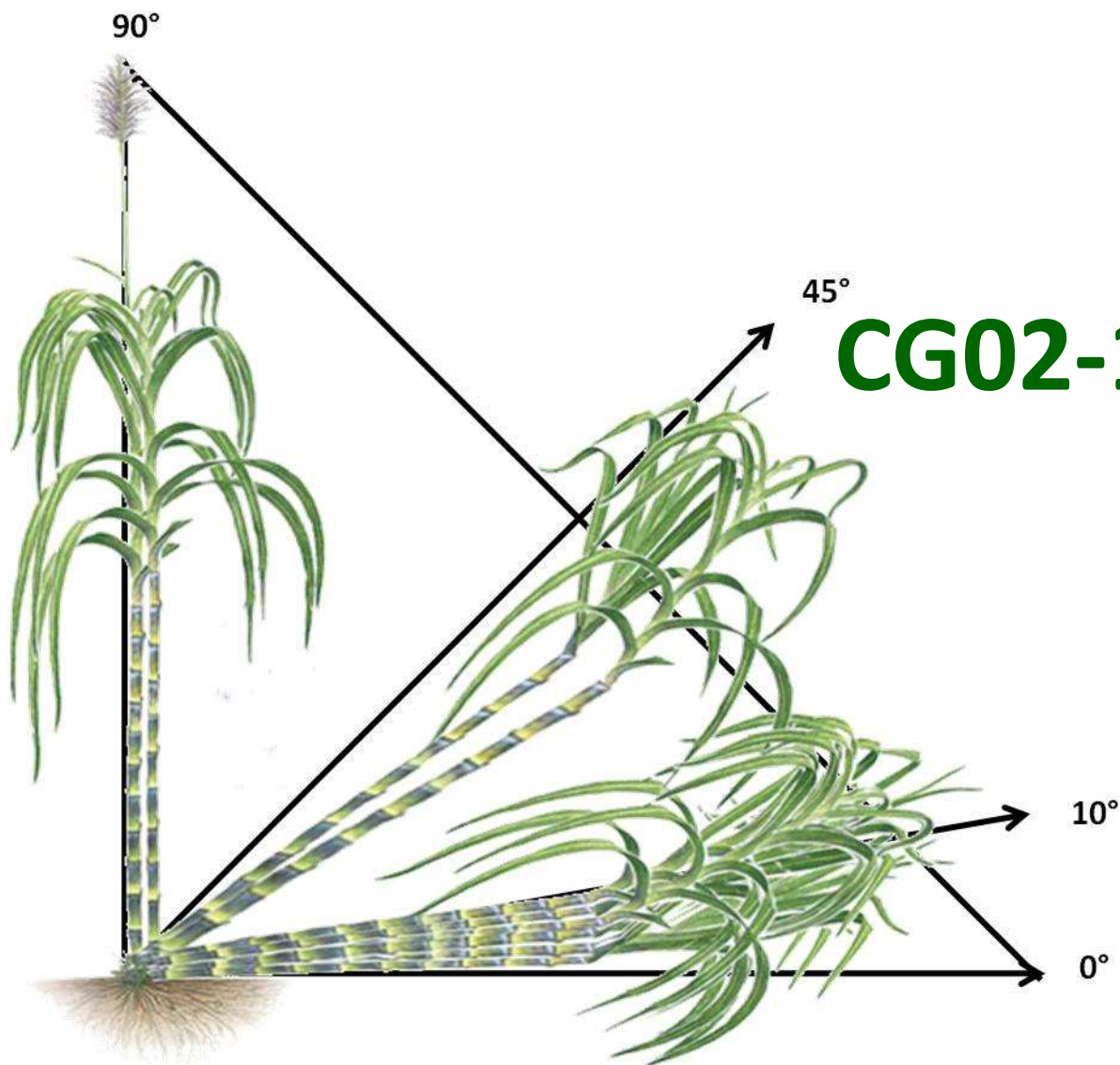
Tallos limpios y de alta sacarosa-fibra

2 Rebrote-40%

Sistema radicular

2 Arquitectura de Planta-20%

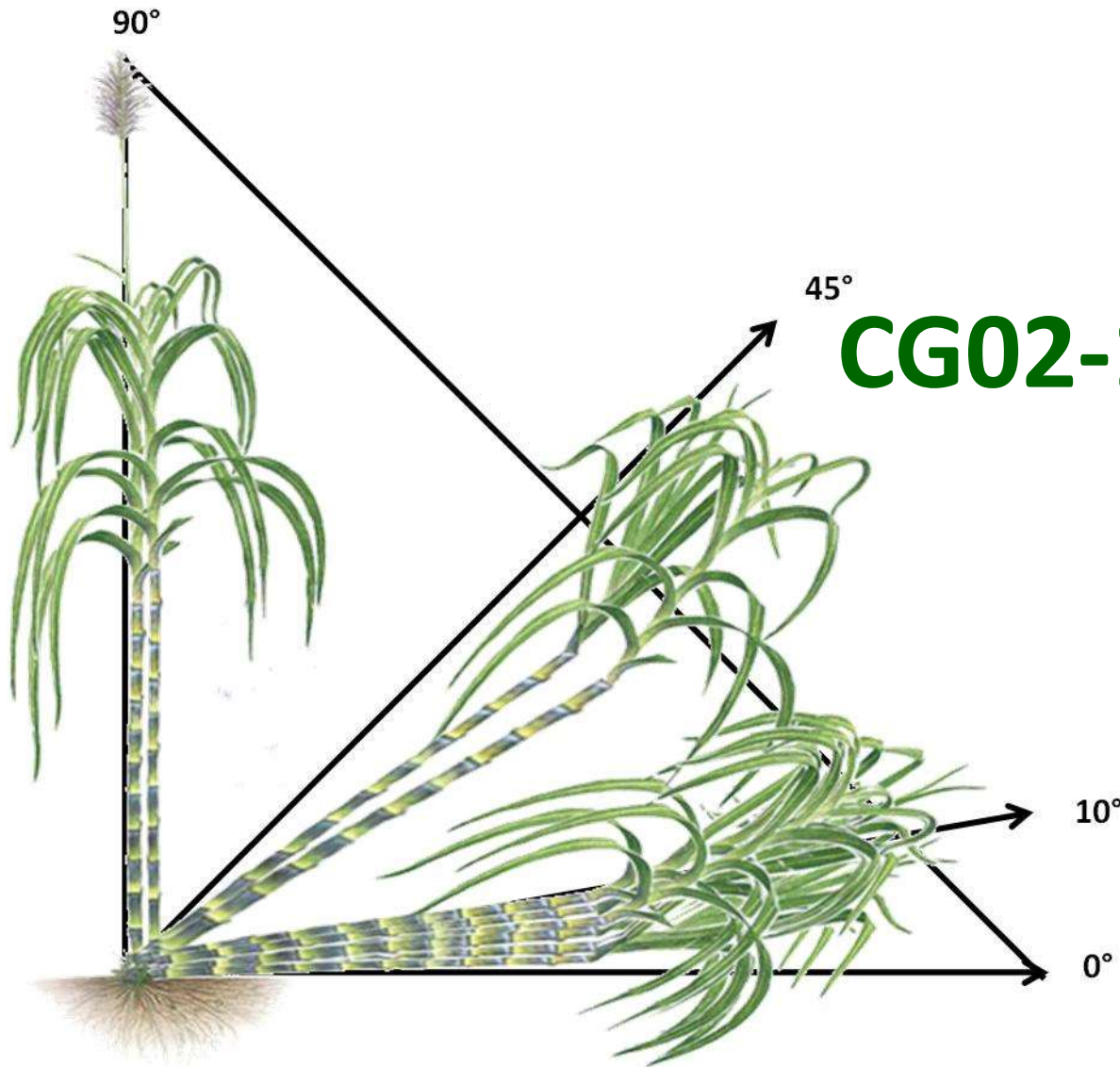
Relación de tallos erectos, inclinados y postrados, uniformidad de macolla incidirá en eficiencia de la máquina cosechadora.



CG02-163 (CP65-357 x CP72-2086)
20: 20: 60

CG04-10295 (CP72-2086 x CP81-1384/CGCP95-50/SP71-6180)

60: 30: 10



CG02-163 (CP65-357 x CP72-2086)

20: 20: 60

Liberación de Variedades

- Las variedades de caña de azúcar liberadas para uso comercial son aquellas que cumplen los requisitos especificados por el cliente.
- La liberación de variedades se hace cuando se concluye el proceso de selección en el Estado V con tres cortes: plantía, primera y segunda soca.
- La evidencia de la liberación está en publicaciones en la *Memoria de Presentación de Resultados de Investigación de CENGICAÑA*.

Variedades Liberadas

No.	Variedad	Año	Estrato	Maduración	Status
1	Mex69-290	1997	A	Tardía	●
2	NA56-42	1998	M	Tardía	↓
3	SP79-2233	2002	A	Tardía	↓
4	CP88-1165	2004	A-M-B-L	Temprana	↓
5	PR75-2002	2006	A	Tardía	↓
6	CG96-01	2008	B-L	Temprana	↓
7	CG96-135	2008	A-M-B-L	Tardía	↓
8	CG98-46	2011	M-B-L	Temprana	↑
9	CG98-10	2011	A-M-B-L	Tardía	↓
10	RB73-2577	2011	B-L	Tardía	↓
11	SP79-1287	2011	B-L	Tardía	↓
12	CG00-102	2012	B-L	Temprana	→
13	CG00-033	2012	B-L	Tardía	→
14	CG02-163	2013	M-B-L	Intermedia-Tardia	↑
15	CG98-78	2013	M-B-L	Tardía	↑

Variedades Liberadas

No.	Variedad	Año	Estrato	Maduración	Status
16	CG01-53	2014	M	Intermedia	↓
17	CG02-064	2014	M	Temprana	
18	RB84-5210	2014	A-M-B-L	Tardía	↑
19	SP83-2847	2014	M-B-L	Tardía	↑
20	CG03-104	2015	M-B-L	Tardía	→
21	CG03-256	2015	B-L	Tardía	↑
22	CG04-10295	2016	A-M-B	Temprana	↑
23	CG04-09514	2016	M-B	Intermedia-Tardia	
24	CG04-0587	2016	M-B	Temprana	↑
25	CG04-10267	2016	M-B	Intermedia-Tardia	↑
26	CG04-09324	2017	B-L	Temprana	
27	CG04-15398	2017	B-L	Tardía	

Directorio de Variedades AIA-Guatemala para Zafra 2017-18

Variedad	Progenitores											Delta sobre Testigo	
		EA	EM	EB	EL	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	TCH	KgAz/TC
CP72-2086	CP62-374 x CP63-588		Si	Si	Si			Si	Si	Si	Si		
CP73-1547	CP66-1043 x CP56-63		Si	Si	Si	Si	Si						
CG98-78	TUC68-19 x CP57-603	Si	Si	Si	Si			Si	Si	Si	Si	-2	5 *
SP71-6161				Si	Si					Si	Si	-3	4 *
CG98-46	CP56-59 x CP57-603	Si	Si	Si	Si	Si	Si					10	3 *
CG02-163	CP65-357 x CP72-2086	Si	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	9	1
CG00-102	CP63-588 x Co421/CP72-2086			Si	Si	Si	Si					9	-2
CG00-033	CG95-125 x CP81-1384			Si	Si					Si	Si	0	2
RB84-5210	RB72454 x SP70-1143	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	-3	5 *
CG03-104	CB46-47 x CP57-603		Si	Si	Si					Si	Si	7	1.3
SP83-2847			Si	Si	Si					Si	Si	5	0
CG04-10267	CB46-47 x CP57-603		Si	Si						Si	Si	21 *	-5
CG03-025	CP88-1508 x CP57603	Si				Si	Si	Si	Si			5	12 *
SP80-1842		Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	20 *	0
CG03-138	CP72-1210 x ?	Si				Si	Si					20 *	-2
CG03-256	CB46-47 x CP57-603			Si	Si					Si	Si	14	-2.8
CG04-09514	SP71-6180 x CP57-603	Si	Si							Si	Si	15	-3
CG04-10295	CP72-2086 X CP81-1384/CGCP95-50/Mex71-4180	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si			19 *	2.1
CG04-0587	SP79-2233 x CP88-1508		Si	Si	Si	Si	Si					17	3.5 *
CG04-09324	SP71-6180 x CP88-1524			Si	Si	Si	Si					12	-2.3
CG04-15398	CG97-97 x CP81-1384			Si	Si					Si	Si	4	0.3

- Resistencia a enfermedades.
- Adaptabilidad.
- Características agronómicas.
- Calidad industrial.
- Reacción a plagas y a productos químicos.

Resultados de la mejora genética con énfasis en contenido de sacarosa



Resultados de la mejora genética con énfasis en contenido de sacarosa



Resultados de la mejora genética con énfasis en contenido de sacarosa



CG02-163

CP65-357 x CP72-2086

1. **Superior en TAH y TFH a CP72-2086.**
2. **Resistente a enfermedades y plagas.**
3. **Buenas características para su manejo, especialmente para cosecha mecánica.**
4. **Adaptabilidad a los cuatro estratos altitudinales, a los meses de zafra de Diciembre a Abril y a textura de suelo franco arenoso.**



CG04-0587 (SP79-2233 x CP88-1508)



CG04-10295 (CP72-2086 x CP81-1384/CGCP95-50/Mex71-6180)



Estrategia general del programa



Directorio de Variedades AIA-Guatemala para Zafra 2017-18

												Delta sobre Testigo	
Variedad	Progenitores	EA	EM	EB	EL	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	TCH	KgAz/TC
CP72-2086	CP62-374 x CP63-588		Si	Si	Si			Si	Si	Si	Si		
CP73-1547	CP66-1043 x CP56-63		Si	Si	Si	Si	Si						
CG98-78	TUC68-19 x CP57-603	Si	Si	Si	Si			Si	Si	Si	Si	-2	5 *
SP71-6161				Si	Si					Si	Si	-3	4 *
CG98-46	CP56-59 x CP57-603	Si	Si	Si	Si	Si	Si					10	3 *
CG02-163	CP65-357 x CP72-2086	Si	Si	Si	Si		Si	Si	Si	Si	Si	9	1
CG00-102	CP63-588 x Co421/CP72-2086			Si	Si	Si	Si					9	-2
CG00-033	CG95-125 x CP81-1384			Si	Si					Si	Si	0	2
RB84-5210	RB72454 x SP70-1143	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	-3	5 *
CG03-104	CB46-47 x CP57-603		Si	Si	Si					Si	Si	7	1.3
SP83-2847			Si	Si	Si					Si	Si	5	0
CG04-10267	CB46-47 x CP57-603		Si	Si						Si	Si	21 *	-5
CG03-025	CP88-1508 x CP57603	Si				Si	Si	Si	Si			5	12 *
SP80-1842		Si				Si	Si	Si	Si	Si	Si	20 *	0
CG03-138	CP72-1210 x ?	Si				Si	Si					20 *	-2
CG03-256	CB46-47 x CP57-603			Si	Si					Si	Si	14	-2.8
CG04-09514	SP71-6180 x CP57-603	Si	Si							Si	Si	15	-3
CG04-10295	CP72-2086 X CP81-1384/CGCP95-50/Mex71-6180	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si			19 *	2.1
CG04-0587	SP79-2233 x CP88-1508		Si	Si	Si	Si	Si					17	3.5 *
CG04-09324	SP71-6180 x CP88-1524			Si	Si	Si	Si					12	-2.3
CG04-15398	CG97-97 x CP81-1384			Si	Si					Si	Si	4	0.3

- ✓ Resistencia a enfermedades.
- ✓ Adaptabilidad.
- ✓ Características agronómicas.
- ✓ Calidad industrial.
- ✓ Reacción a plagas y a productos químicos.

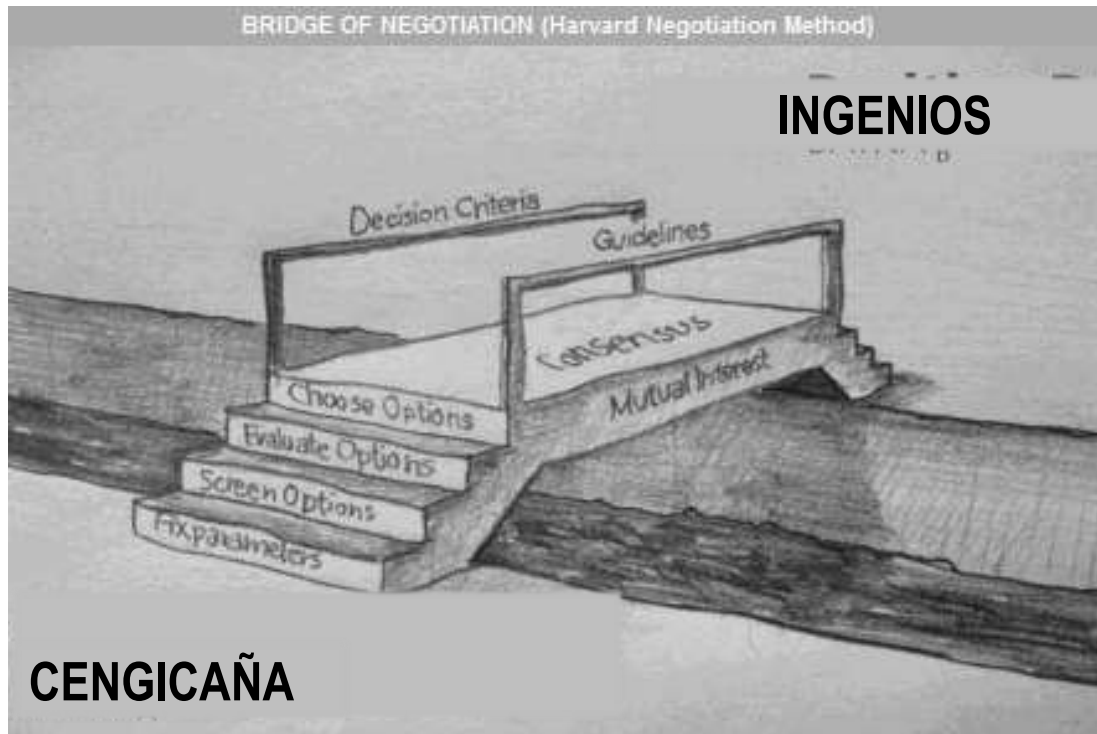


Direcciones diferentes



Qué es el Desarrollo Comercial

- *Proceso que permite desarrollar una variedad nueva a escala comercial.*



Qué es el Desarrollo Comercial

- *Proceso que permite desarrollar una variedad nueva a escala comercial.*
- Inicia con la elección de una variedad nueva que muestre *ventajas económicas y agronómicas.*
- Involucra *asumir el riesgo* de perder o ganar. Punto de partida de la difusión e ideal si el riesgo es compartido.
- En caso que la variedad resulte aceptable *el proceso hace disponible la semilla.*

Desarrollo comercial_Nuestro interés

Posicionar variedades comerciales y nuevas en los ingenios de la AIAG ***con el fin de acelerar la adopción de variedades e incrementar la productividad de azúcar.***

Fuente: Héctor Orozco, Werner Ovalle, Braulio Villatoro, José Quemé y Rafael Buc. 2016.
Evaluación de la Aplicación de un Modelo de Gestión de Variedades de Caña de Azúcar en la Adopción e Incremento de la Productividad de Azúcar en la Corporación Pantaleón-Concepción

Modelo de Gestión de Variedades

Cómo posicionar las variedades nuevas?

- ❑ Herramienta que garantiza mantener ***el incremento del TAH en forma sostenible.***
- ❑ Se basa en decisiones estratégicas para elegir variedades ***de alta productividad en forma proporcional*** y con proyección en el corto y mediano plazo.
- ❑ ***Evita el crecimiento desmedido*** de una variedad en particular y ***el no utilizar una variedad*** con potencial para incrementar las ganancias económicas.

Modelo de Gestión de variedades:

Premisa y Supuestos

Premisa: Las variedades *impactan económicamente y con diversidad varietal aseguran la sostenibilidad* de las industrias azucareras de caña de azúcar.

Supuestos:

1. El grupo gestor del ingenio tiene suficiente *conocimiento* acerca de la mejor variedad para cada lote y tiene poder de *decisión para ser los cambios necesarios*.
2. El grupo gestor del modelo es responsable como grupo del *éxito o fracaso* de los resultados de las variedades recomendadas.
3. Los responsables de la producción están *dispuestos al riesgo* de adoptar una nueva variedad a validar en sus propias condiciones.

Modelo de Gestión de Variedades_Conceptos

- La filosofía del modelo es ***establecer la mejor combinación*** entre las variedades disponibles y las características del lote ó finca.
- El modelo tiene componentes: Planeamiento y seguimiento del TAH.
- El modelo es un ***proceso de toma de decisiones y la idea es unificar a nivel de un grupo gestor los criterios respecto a una variedad.***

Fuente: Héctor Orozco, Werner Ovalle, Braulio Villatoro, José Quemé y Rafael Buc. 2016.
Evaluación de la Aplicación de un Modelo de Gestión de Variedades de Caña de Azúcar en la Adopción e Incremento de la Productividad de Azúcar en la Corporación Pantaleón-Concepción

Modelo de Gestión de Variedades_Conceptos

- ***El grupo gestor del modelo*** es personal de CENGICAÑA y Superintendente de campo, Jefes de Zona y miembro del Comité de Variedades en el ingenio quienes conocen a fondo las características de las área a planificar.

Fuente: Héctor Orozco, Werner Ovalle, Braulio Villatoro, José Quemé y Rafael Buc. 2016.
Evaluación de la Aplicación de un Modelo de Gestión de Variedades de Caña de Azúcar en la Adopción e Incremento de la Productividad de Azúcar en la Corporación Pantaleón-Concepción

Modelo de Gestión de Variedades_Conceptos

■ **El grupo gestor del modelo** es personal de CENGICAÑA y Superintendente de campo, Jefes de Zona y miembro del Comité de Variedades en el ingenio quienes conocen a fondo las características de la área a planificar.



Fuente: Héctor Orozco, Werner Ovalle, Braulio Villatoro, José Quemé y Rafael Buc. 2016.
Evaluación de la Aplicación de un Modelo de Gestión de Variedades de Caña de Azúcar en la Adopción e Incremento de la Productividad de Azúcar en la Corporación Pantaleón-Concepción

Modelo de Gestión de Variedades_Conceptos

■ **El grupo gestor del modelo** es personal de CENGICAÑA y Superintendente de campo, Jefes de Zona y miembro del Comité de Variedades en el ingenio quienes conocen a fondo las características de las área a planificar.

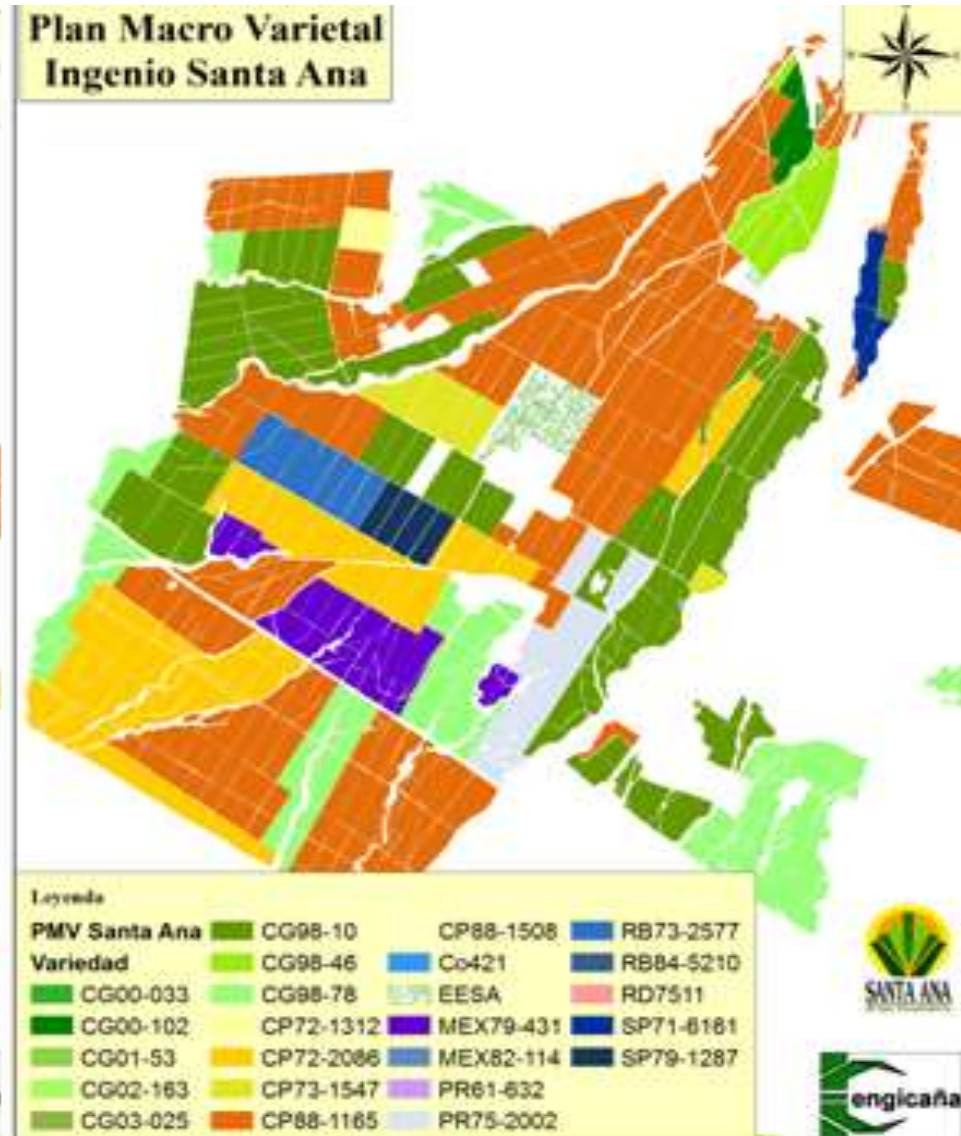
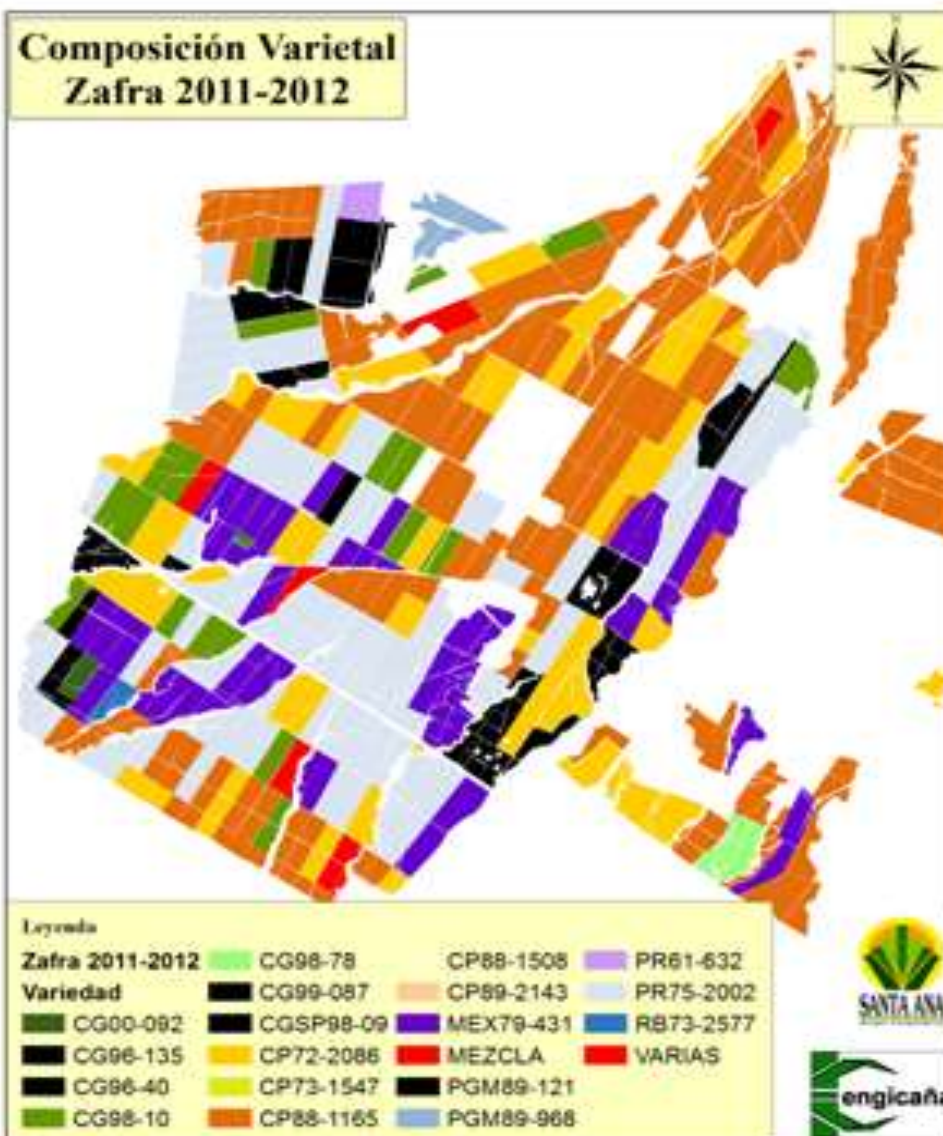


Recursos necesarios:

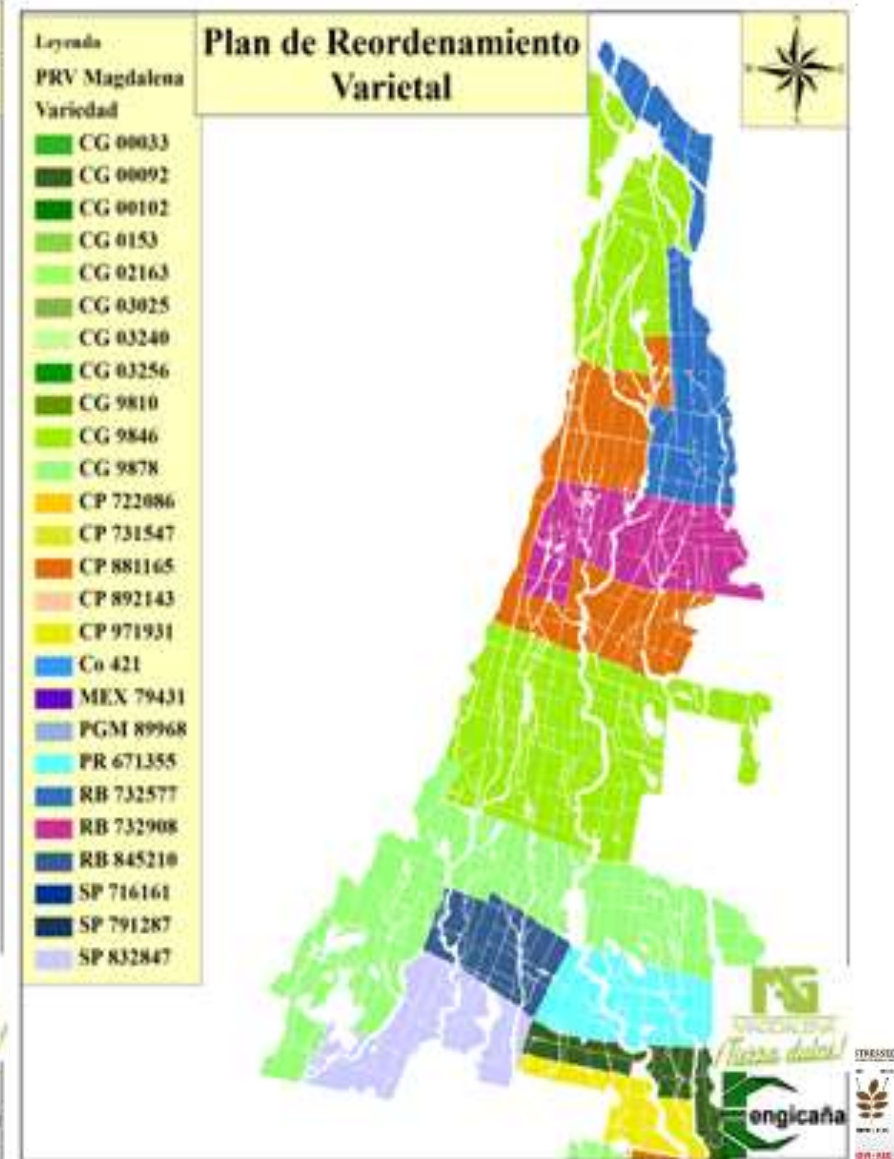
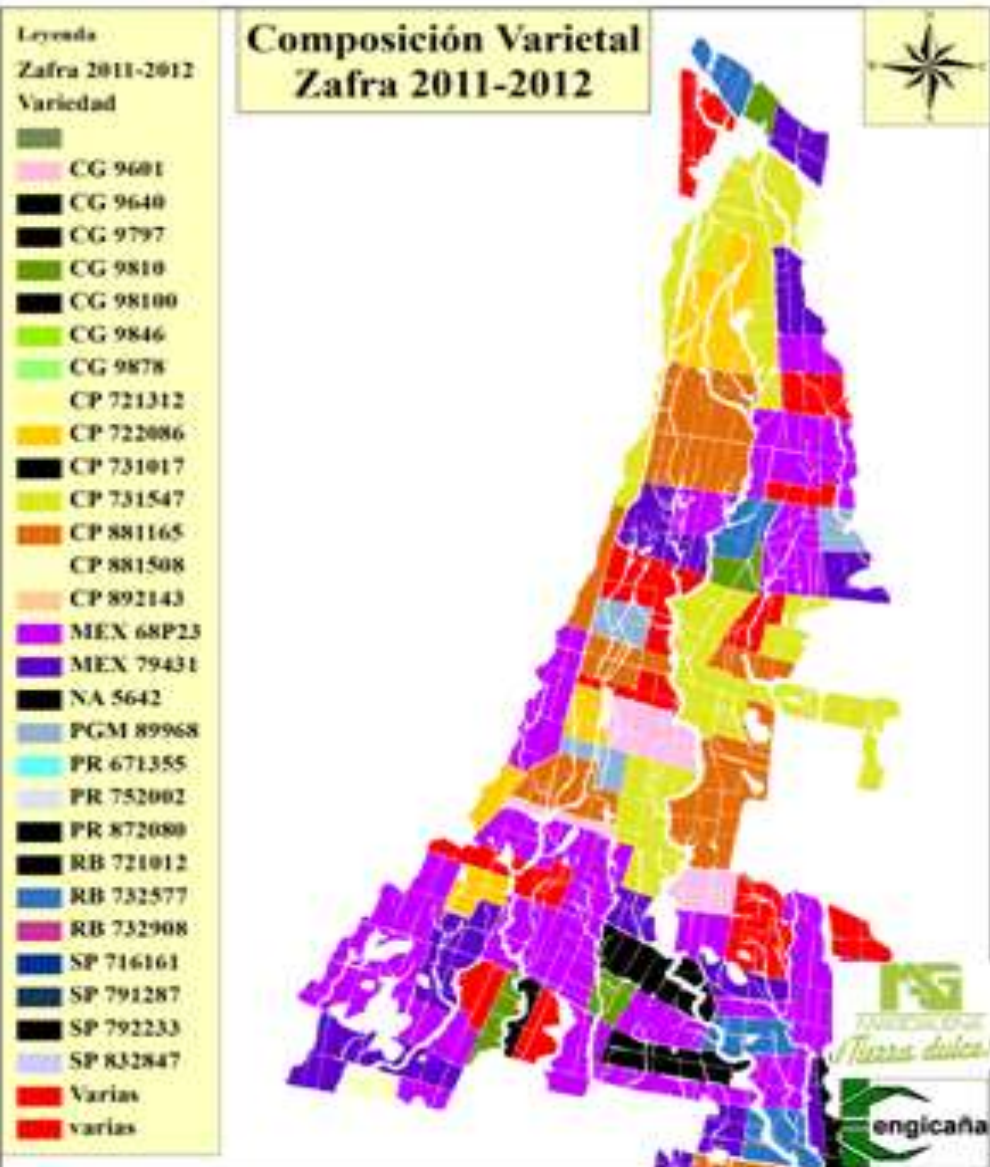
- ✓ Salón con internet.
- ✓ BD Histórico TAH.
- ✓ Directorio Varietal.
- ✓ Mes de cosecha
- ✓ Ubicación, distancia
- ✓ Textura de suelos
- ✓ Riego
- ✓ Tipo de cosecha

Fuente: Héctor Orozco, Werner Ovalle, Braulio Villatoro, José Quemé y Rafael Buc. 2016.
Evaluación de la Aplicación de un Modelo de Gestión de Variedades de Caña de Azúcar en la Adopción e Incremento de la Productividad de Azúcar en la Corporación Pantaleón-Concepción

7. PLANEAMIENTO VARIETAL



7. PLANEAMIENTO VARIETAL

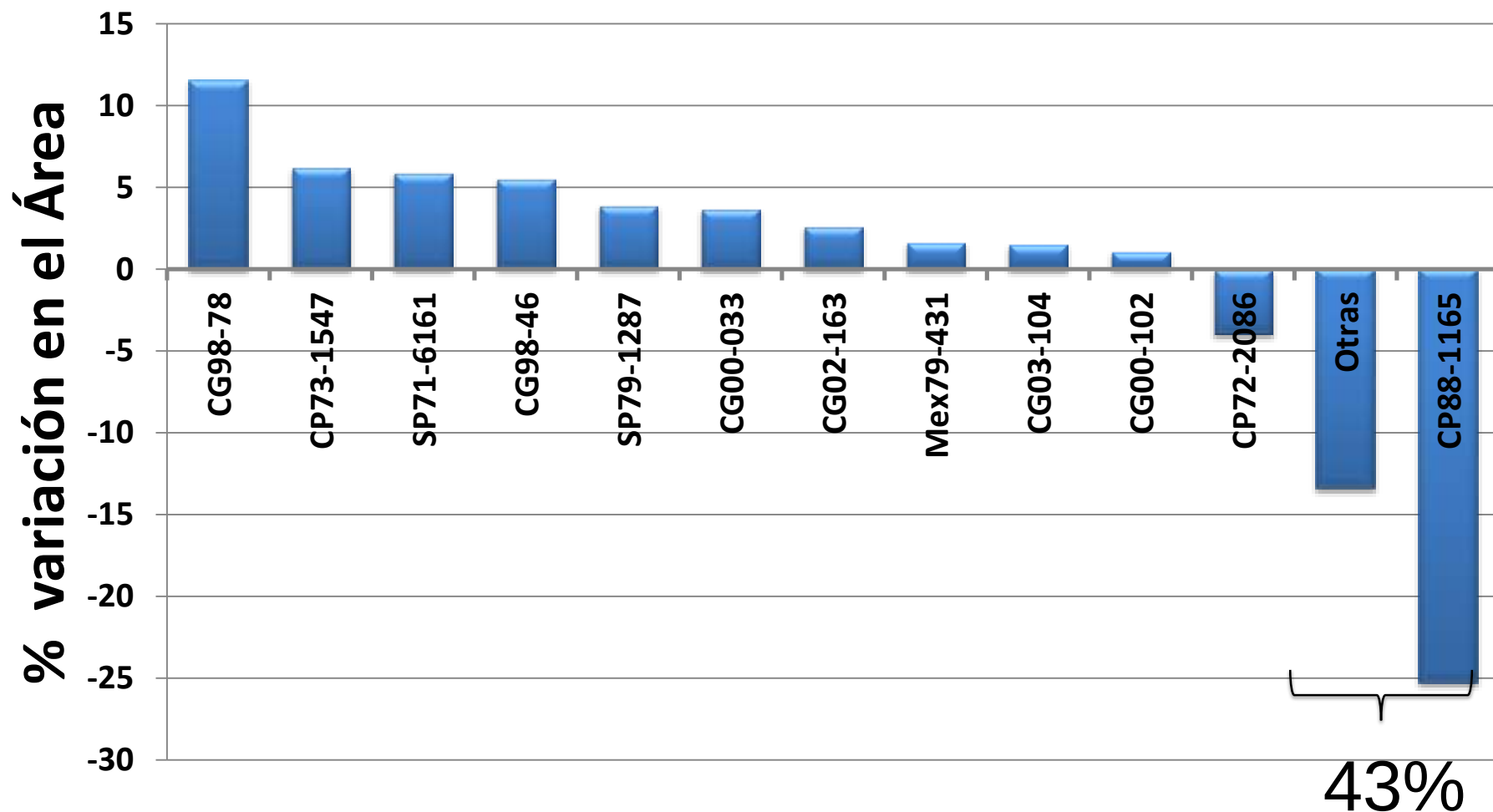


Modelo de Gestión de Variedades_Impacto

- El Modelo ha demostrado ser eficiente en acelerar la adopción de variedades nuevas buscando la meta sugerida.
- El impacto de adoptar las recomendaciones del modelo incrementó el TAH en 0.80 vía 5 TCH y 3.5 kilogramos de azúcar por tonelada de caña.

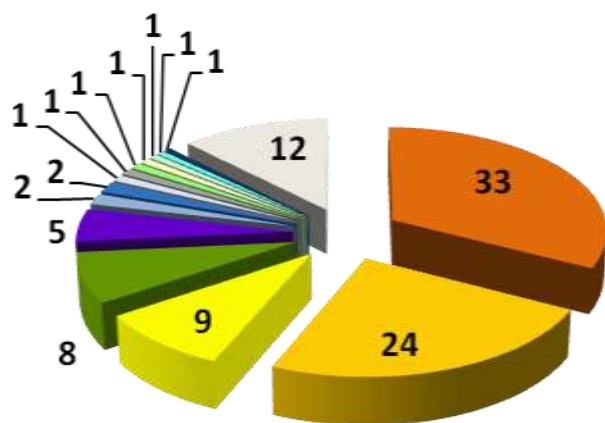
Modelo de Gestión de Variedades_Impacto

Cambios varietales 5 ingenios de 2012-13 a 2017-18



Modelo de Gestión de Variedades

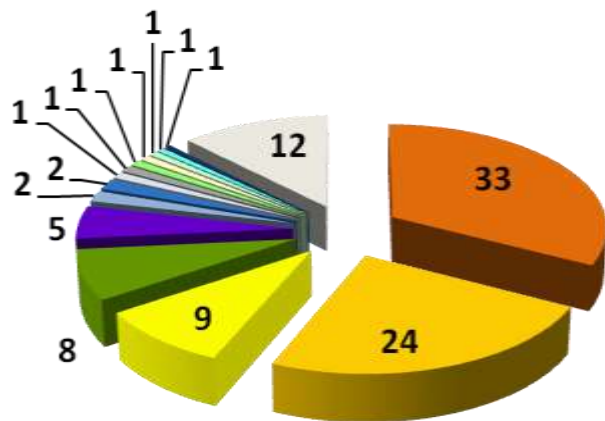
2012-13



- CP88-1165
- CP72-2086
- CP73-1547
- CG98-10
- Mex79-431
- PGM89-968
- RB73-2577
- PR75-2002
- Mex68-P23
- CG98-78
- CP88-1508
- CG96-135
- PR67-1355
- SP79-1287
- Otras

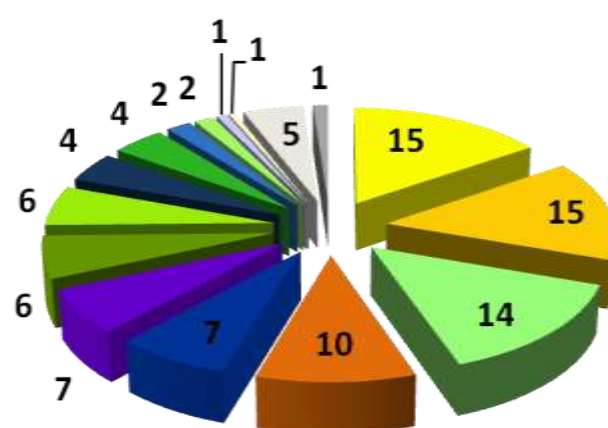
Modelo de Gestión de Variedades

2012-13



- CP88-1165
- CP72-2086
- CP73-1547
- CG98-10
- Mex79-431
- PGM89-968
- RB73-2577
- PR75-2002
- Mex68-P23
- CG98-78
- CP88-1508
- CG96-135
- PR67-1355
- SP79-1287
- Otras

2017-18

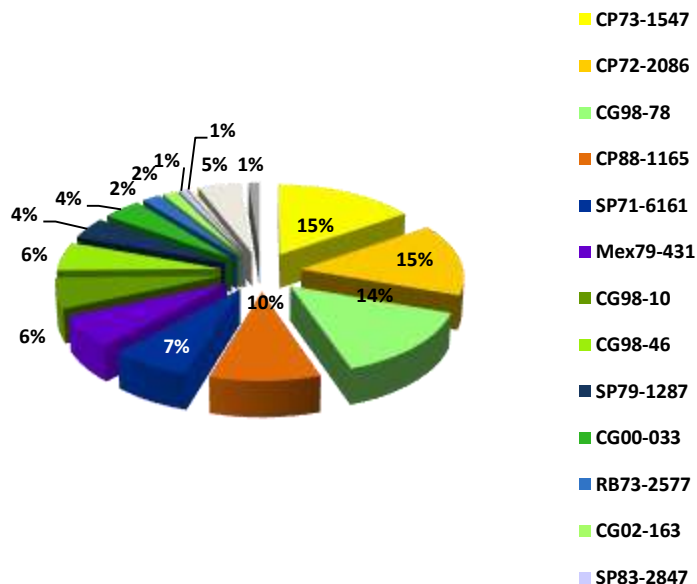


- CP73-1547
- CP72-2086
- CG98-78
- CP88-1165
- SP71-6161
- Mex79-431
- CG98-10
- CG98-46
- SP79-1287
- CG00-033
- RB73-2577
- CG02-163
- SP83-2847
- CP88-1508
- Promisorias-1
- Promisorias-2

Incremento de la productividad y sostenibilidad del cultivo.

Modelo de Gestión de Variedades

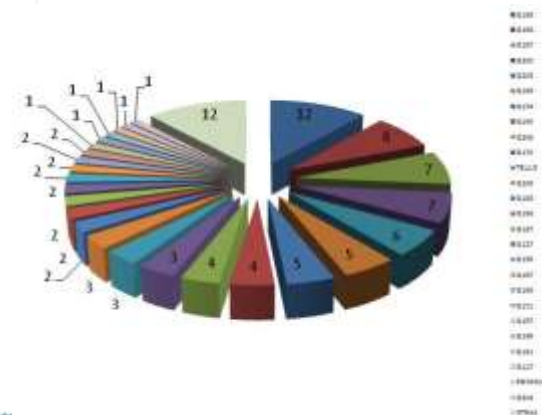
Guatemala



Brazil

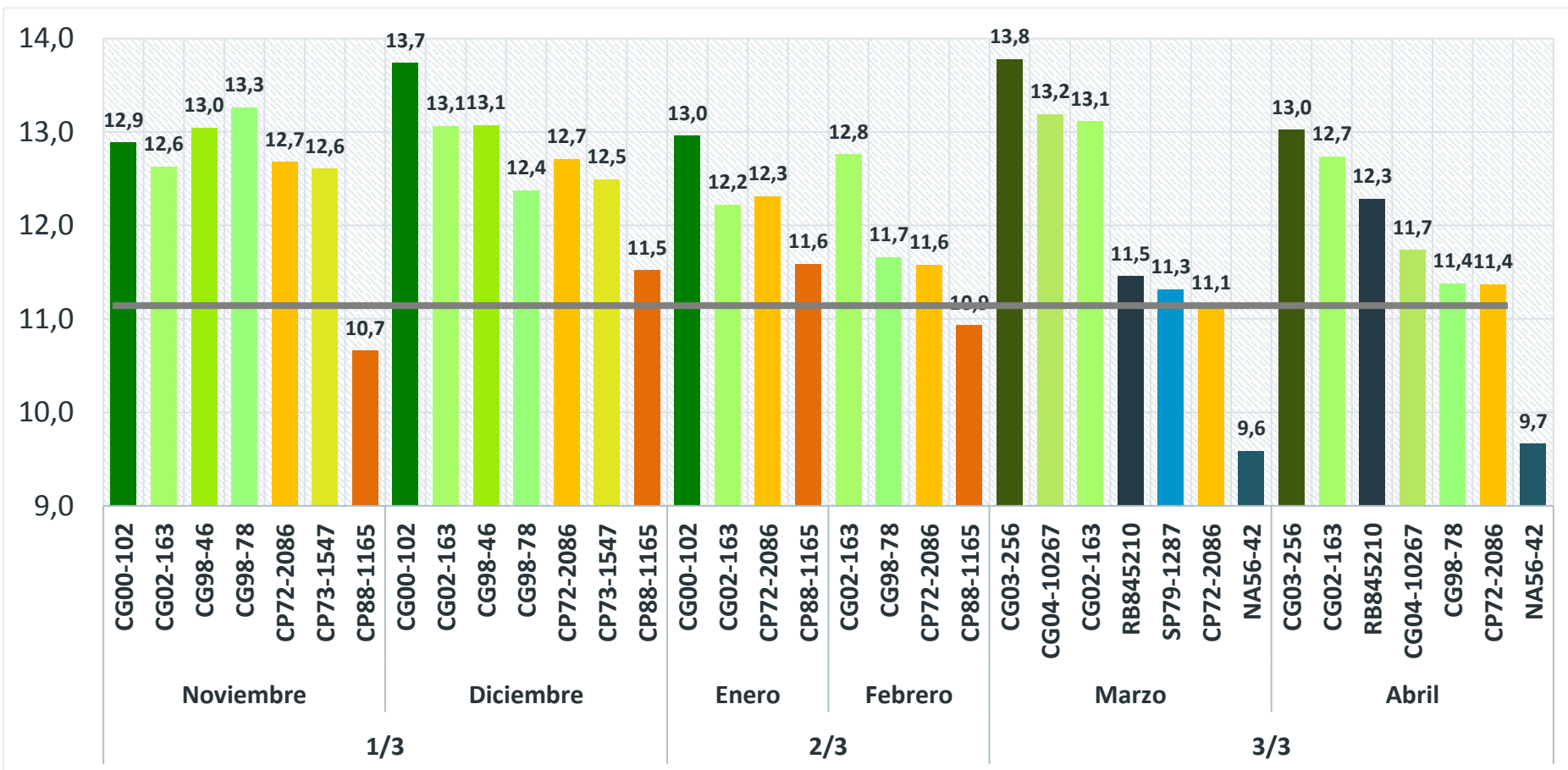


Australia



Incremento de la productividad y sostenibilidad del cultivo.

TAH-Zafra 2016-17

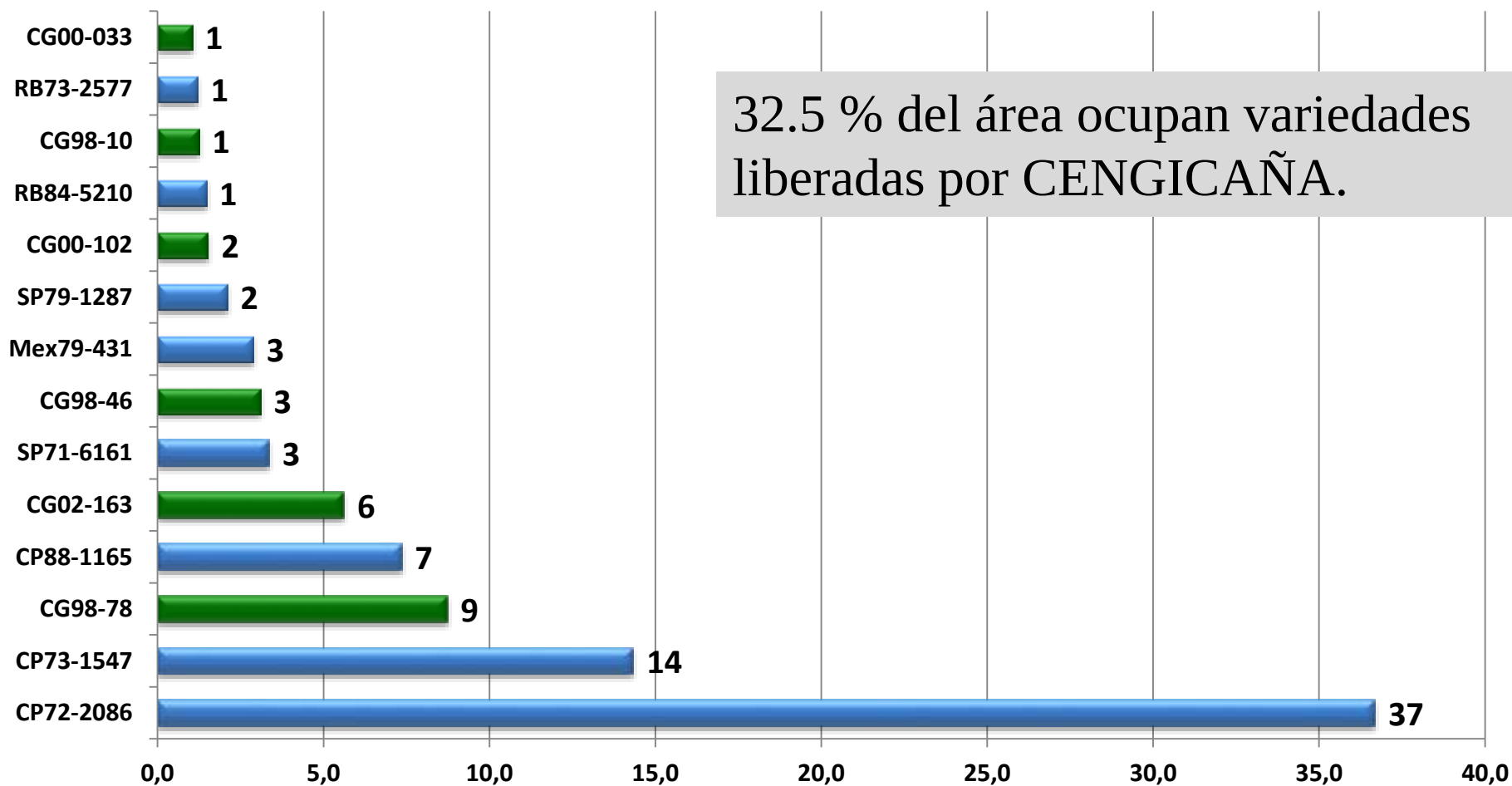


Programa de Variedades-

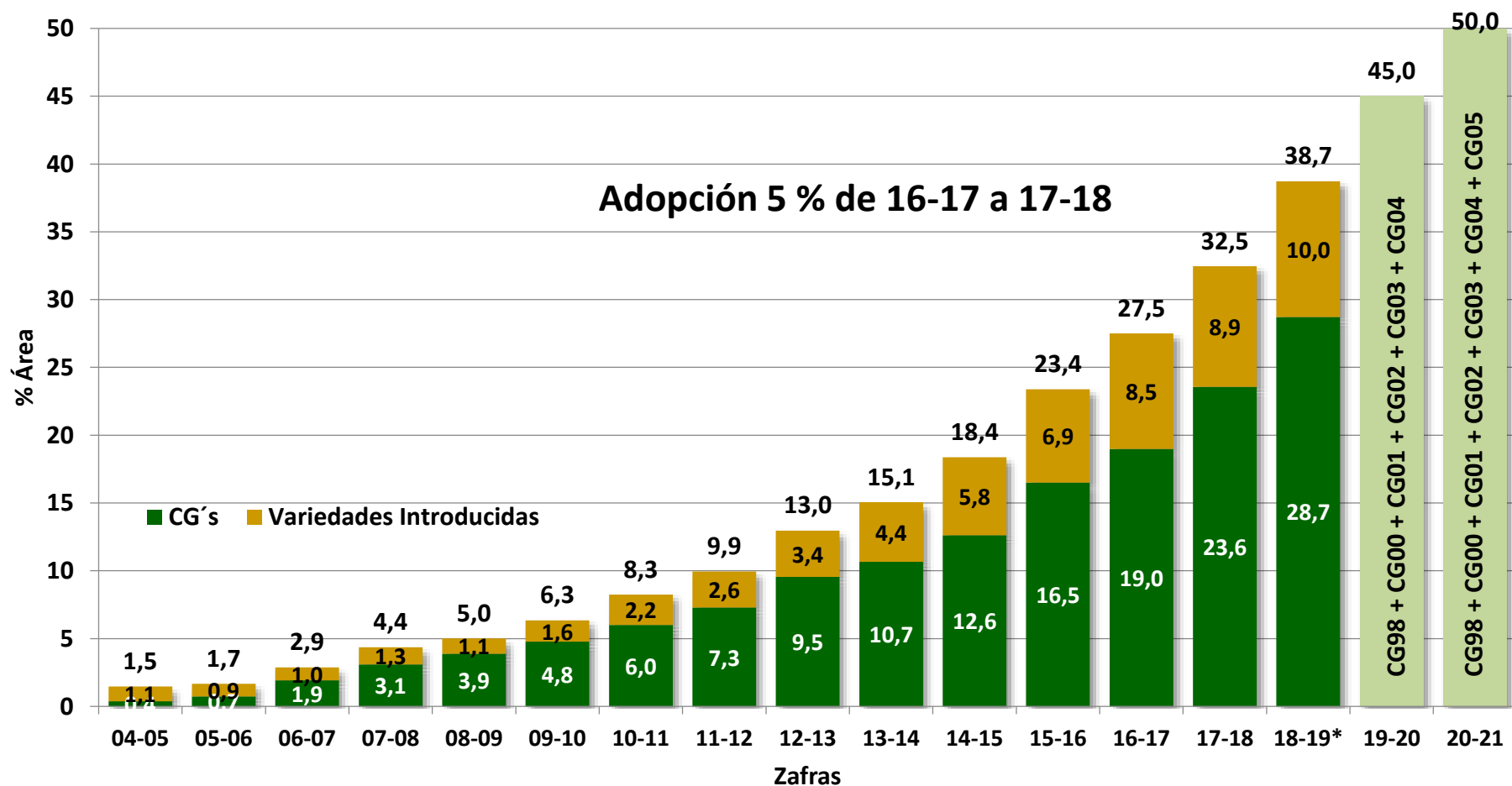


El impacto del Programa de Variedades se refleja en el Censo Varietal 2017-18. AIA-Guatemala

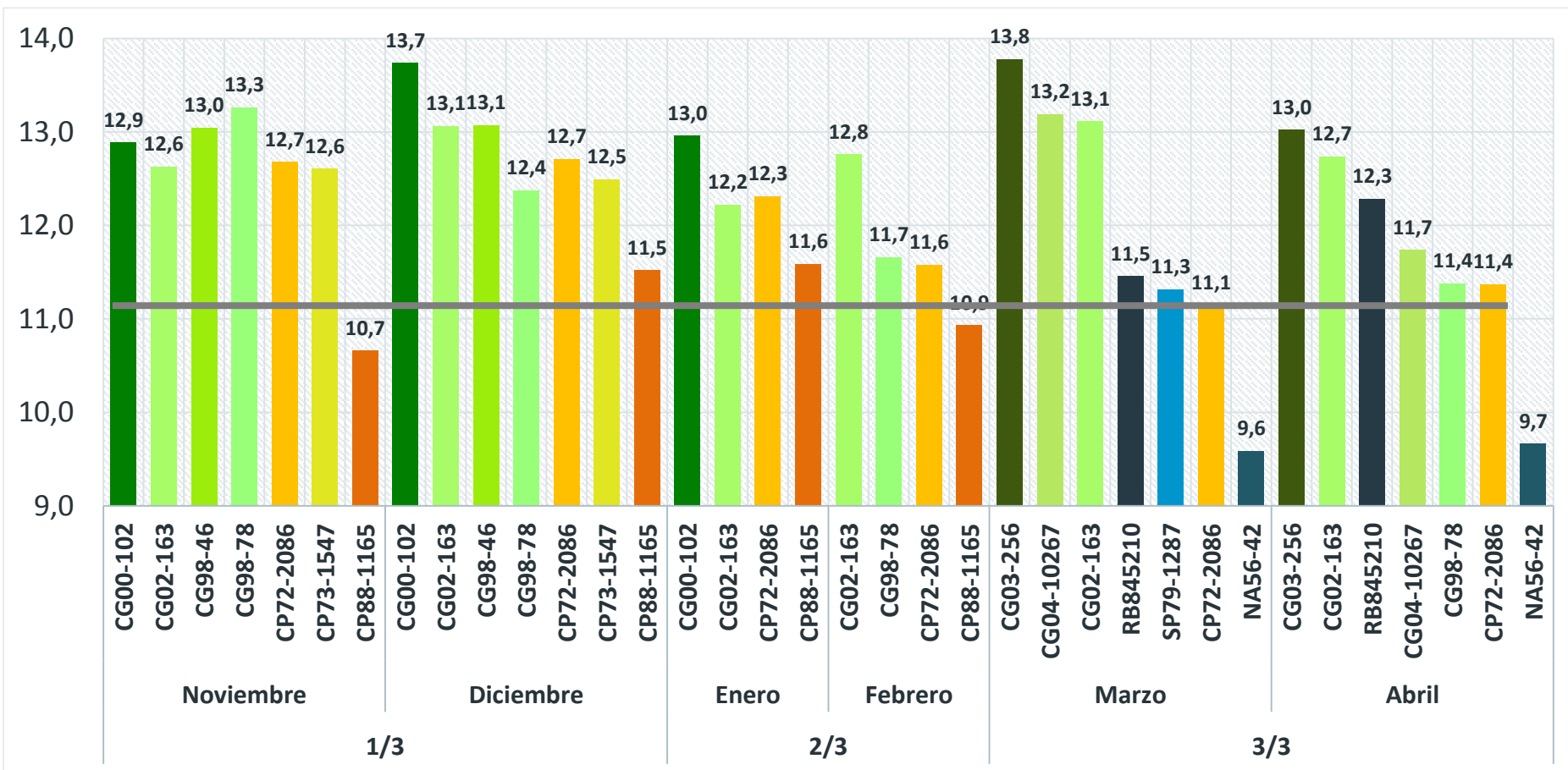
Área expresada en porcentaje



Proyección del Programa: Zafra 2017-18, Guatemala



TAH-Zafra 2016-17



NUEVAS OPCIONES DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR CON ÉNFASIS EN CONTENIDO DE SACAROSA EN GUATEMALA

Héctor Orozco Vásquez

Coordinador del Programa de Variedades, CENGICAÑA-Guatemala

*Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA) Estación Experimental,
Finca Camantulul, Km 92.5 Santa Lucía Cotzumalguapa, Guatemala, Centro América*

Autor (horozco@cengicana.org)

RESUMEN

Uno de los factores importantes de la Agroindustria Azucarera-AIA de Guatemala para mantenerse económicamente competitiva es la obtención y desarrollo de variedades de alta productividad apropiadas para sus propias condiciones. La obtención y desarrollo de las variedades están bajo la responsabilidad del Programa de Variedades del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. El Programa inició sus actividades en 1992 y en la actualidad cuenta con variedades nuevas que se constituyen como opciones para mejorar la composición varietal de la AIA que garantizan el incremento sostenido de la productividad de azúcar. Estas variedades fueron liberadas de acuerdo con los requisitos establecidos por las gerencias de los ingenios asociados a CENGICAÑA. Los requisitos son alta productividad de azúcar expresado en toneladas de azúcar por hectárea-TAH, resistencia a enfermedades, buenas características de manejo y adaptabilidad general o específica. El requisito de los componentes del TAH, rendimiento de caña expresado en toneladas de caña por hectárea-TCH y concentración de azúcar es por uno de los componentes ó ambos. La presentación “Nuevas opciones de variedades de caña de azúcar con énfasis en contenido de sacarosa en Guatemala” ilustra las características de la zona de producción de caña de azúcar en Guatemala, la importancia del componente varietal en la productividad y la sostenibilidad, la estrategia para la obtención y desarrollo de variedades y el impacto de las variedades liberadas en la productividad de azúcar en la AIA de Guatemala. En la estrategia general se hace énfasis en el uso de progenitores de alta sacarosa y la liberación de variedades con éste carácter. En la estrategia también se muestra el uso del modelo de gestión de variedades que ha permitido aumentar la adopción y por ende el incremento sostenido de la productividad de azúcar.