

Cultivares de Maíz con Calidad Nutricional y Amplia Adaptación al Trópico Bajo de América Latina

*Felix San Vicente; Mayolo Leyva; Román Gordon; Hector Deras;
Oscar Cruz; Gonzalo Brenes; Rene Velázquez; Hector Martinez;
Marvin Gomez; Ramon Martinez; Sergio Mejía y Luis Narro*

Biofortificación: Del campo al plato

Pre-mejoramiento

Mejoramiento

Semilla

Agricultor

Grano



Mercado de grano

Molinos

Industrias

Distribuidores

Consumidores



Principales objetivos

- Potencial y estabilidad de rendimiento en temporal, incluyendo tolerancia a sequía y/o calor.
- Gran énfasis en pudriciones de mazorca y enfermedades foliares.
- Calidad nutricional e industrial de grano.
- Tolerancia a alta densidad.
- Producibilidad de líneas parentales.
- Reducción del ciclo de mejoramiento:
Doble haploides, selección genómica y bioinformática.



Zn: Línea base y objetivos

Women

Crop	Breeding Increment			Breeding Baseline			Breeding Target		
	Iron	Zinc	Provitamin A	Iron	Zinc	Provitamin A	Iron	Zinc	Provitamin A
Rice	11	8	15	2	16	0	13	24	15
Wheat	22	8	15	30	25	0	52	33	15
Pearl Millet	30	11	20	47	47	0	77	58	20
Beans	44	17	30	50	32	0	94	49	30
Maize	22	8	15	30	25	0	52	33	15
Cassava	11	8	15	4	3	0	15	11	15
Sweetpotato	22	17	30	6	6	0	28	23	30

Línea base: 25 ppm

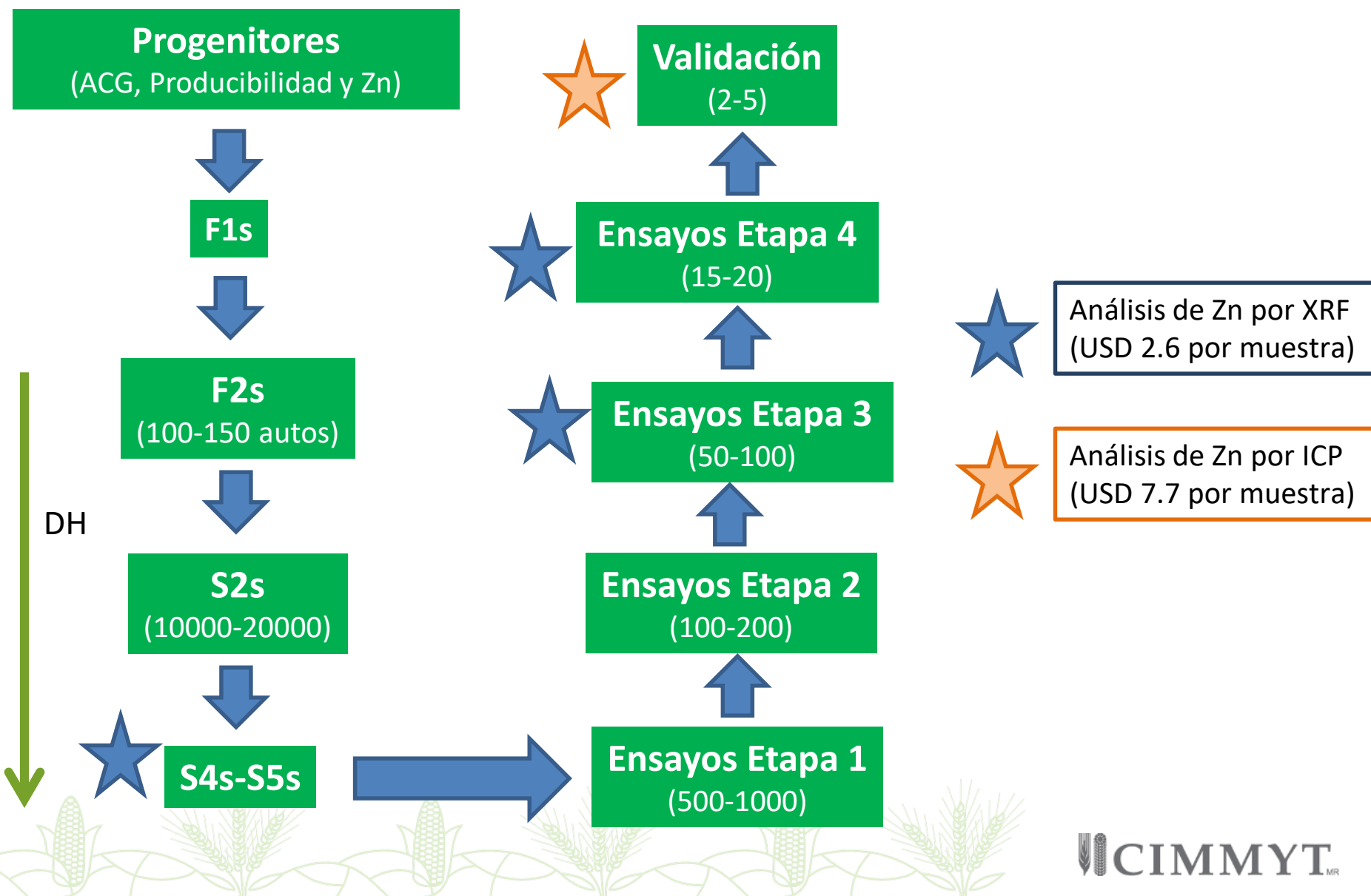
Incremento: 12 ppm

Full Target (100%): $25 + 12 = 37$ ppm

Mínimo para liberar variedades (50% target): $25 + 6 = 31$ ppm



Esquema de Mejoramiento - Zn.



Complejo Mancha de Asfalto: principal enfermedad foliar en el trópico húmedo



Inoculación artificial en invernadero



Infestación natural campo



CLTHW14001

Testigo Comercial

La competencia reacciona: DK6018 + protekta (\$\$); pero tenemos ventaja



El beneficio que ofrece DEKALB® Protekta para los agricultores es que no deben preocuparse por hacer siembra tardía o temprana, ni tampoco por los gastos excesivos de fungicidas pues su semilla es altamente tolerante a esta enfermedad.

“Hay diferentes alternativas de fungicidas en el mercado, pero en promedio el costo del producto más la aplicación puede ir aproximadamente entre \$600 a \$1,200 pesos por hectárea a lo largo del ciclo agrícola”, dice Galaz y continúa “pero no sólo eso, dependiendo del daño que haya causado, existen estudios que demuestran que el agricultor podría tener mermas en sus rendimientos desde un 30 hasta 80% aproximadamente”.

DEKALB® Protekta surgió como consecuencia de una ardua investigación en genética convencional. Fueron cruzadas diferentes plantas y granos hasta obtener el híbrido ideal para la zona del Sureste mexicano susceptible a esta enfermedad de la “Mancha de Asfalto” o “Chamusco” como se le conoce localmente en algunas zonas.

Es por eso que DEKALB® Protekta ofrece su protección tanto en etapa vegetativa como en la reproductiva. Incluso en el peor de los escenarios del alta presión “puede que haya algunos síntomas, sin embargo, en comparación con las pérdidas que se ven en otros híbridos sin protección, éstas serían poco graves”, concluye el experto.



Commercial Check

CLTHW15002





Chiapas, PV-2018

Guerrero, 2017



CLTHW14003

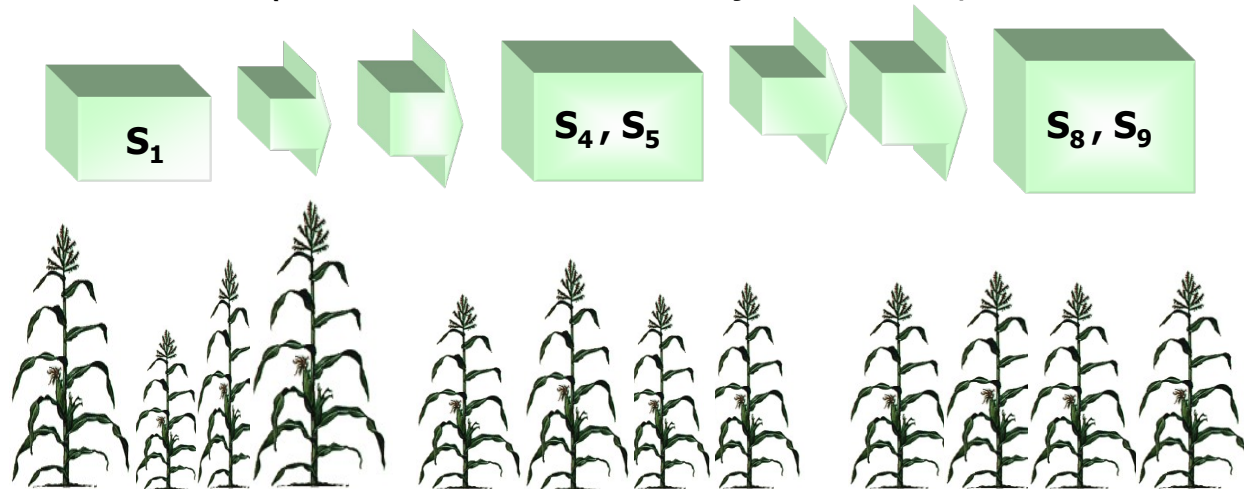
QP9011 (Dekalb)

Híbrido CLTHW14003 (izquierda) sin aplicación de fungicida; QP9011 (experimental Dekalb, contra CMA; derecha) le aplicaron Consist Max (1.5 ml por litro de agua) porque el productor lo vio muy susceptible a la mancha.

El objetivo final: híbridos de alto rendimiento y uniformes

El objetivo intermedio: líneas endogámicas productivas (endogamia continua o DH)

**AUMENTO DE ENDOGAMIA, SIN PERDER
PRODUCTIVIDAD**
(Líneas más uniformes, mayor heterosis)



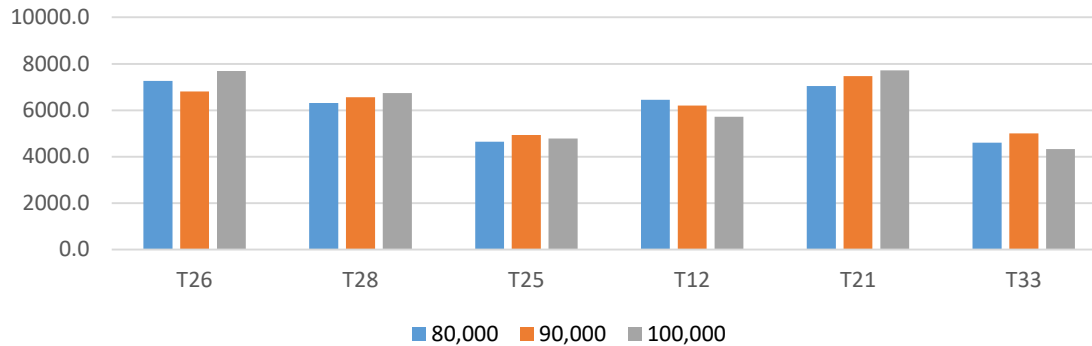
Base genética heterosis

- Dominancia parcial a completa.
- Loci en condición heterocigota.
- En promedio, el rendimiento: Simple > Triple > Doble.



El reto: líneas hembra productivas y sanas, pero ya alcanzado

Densidad de Plantas



Producibilidad de líneas: Estimada antes de promover híbridos y hacer tecnología de producción

Líneas elite blancas, 4 sitios 2018-19

Line	GY	pRL	pSL	pBHC	pER	EarAsp	TEX	PltAsp	Ppoly	MOI	TSC
CLWN775	6.01	0.00	0.00	1.02	5.09	1.69	1.66	1.99	1.75	20.49	1.13
CLWN821	5.04	3.87	2.78	1.72	9.33	1.94	2.67	2.29	1.63	22.34	1.11
CLWN934	5.02	4.37	8.51	1.09	16.34	2.19	1.00	2.34	1.88	18.11	2.06
CLWN919	4.97	1.08	0.72	1.08	6.31	2.44	2.59	2.43	1.88	21.50	1.69
T37	4.83	1.02	0.34	0.02	1.70	2.13	3.00	2.31	2.25	20.30	1.39
CLWN745	4.75	2.80	0.69	0.56	1.73	2.19	3.00	1.92	2.25	21.98	1.01
T10	4.74	0.00	0.00	4.71	4.44	2.56	3.34	2.84	2.50	17.96	1.00
CLWN216	4.72	0.00	0.00	0.00	7.28	2.44	3.00	2.54	1.50	19.36	0.98
CLWN871	4.60	0.72	0.00	0.53	11.84	2.62	3.00	2.49	2.75	21.87	1.67
CLWN879	4.59	4.69	5.71	0.02	3.27	2.44	3.00	2.88	2.63	19.00	1.12
CLWN696	4.58	0.00	0.74	0.02	4.62	2.13	1.84	2.53	2.00	17.67	1.25
T21	4.51	0.00	0.00	0.00	2.12	2.19	3.00	2.40	1.88	19.81	1.13
CLWN806	4.46	0.90	0.00	4.04	6.19	2.52	3.50	2.16	1.50	23.17	1.07
CLWN819	4.45	5.04	0.67	0.53	6.34	2.23	2.00	2.12	1.25	20.29	2.00
CLWN914	4.44	0.00	0.00	0.50	3.33	2.12	2.00	2.49	2.00	19.95	1.00
Media	4.42	2.35	1.29	1.53	5.78	2.42	2.51	2.49	1.88	19.41	1.53



Producibilidad de líneas: Estimada antes de promover híbridos y hacer tecnología de producción

Entry Line	GY	ASI	PH	EH	rEPH	rEPP	pRL	pSL	pBHC	pER	EarAsp	TEX	PltAsp	Ppoly	TSC
17 CLWNHZN32	5.26	-0.11	175.13	78.07	0.44	1.02	6.10	0.00	0.00	4.16	1.62	2.17	2.00	1.25	1.25
20 CLWNHZN43	5.10	1.75	182.17	75.11	0.42	1.12	3.64	0.30	7.02	10.94	2.21	3.25	2.50	2.50	1.50
12 CLWQHZN85	4.89	0.48	177.17	96.13	0.54	1.21	1.96	0.79	0.34	2.67	2.40	2.50	2.38	1.88	2.69
3 CLWQHZN19	4.86	-0.23	180.12	92.20	0.51	0.93	4.83	1.79	12.82	2.95	2.37	2.00	2.13	1.62	2.06
16 CLWQHZN92	4.84	1.13	224.49	99.95	0.44	1.08	8.20	2.44	2.11	2.22	2.00	1.00	3.13	2.88	1.87
25 CML576	4.79	0.99	180.34	106.98	0.59	1.26	3.53	2.74	5.26	3.25	2.31	3.33	2.75	2.38	1.00
11 CLWQHZN84	4.75	0.38	179.59	98.89	0.55	1.03	5.55	0.00	0.79	2.59	2.25	1.83	2.13	1.73	2.13
18 CLWNHZN33	4.58	-0.23	164.45	71.98	0.43	1.03	2.47	0.00	4.68	6.52	2.06	1.67	2.25	1.14	1.75
8 CLWQHZN69	4.36	0.78	175.48	96.82	0.55	0.96	4.77	0.54	0.35	5.34	2.25	2.00	2.38	1.64	2.75
1 CLWQHZN5	4.12	-0.74	142.04	78.52	0.55	0.94	3.12	1.02	2.64	4.18	2.85	2.08	2.63	1.63	1.81
24 CML491	4.06	1.97	173.38	91.39	0.53	1.04	7.56	0.00	0.71	4.29	2.59	1.50	2.63	1.50	2.00
13 CLWQHZN86	4.00	-0.49	178.71	88.81	0.49	1.05	3.14	1.68	0.00	1.98	2.65	1.67	2.50	1.01	2.62
6 CLWQHZN49	3.93	-1.09	163.98	73.12	0.45	0.95	0.27	0.00	2.64	2.29	2.31	2.67	2.63	2.00	1.13
Media	3.96	0.30	176.64	87.70	0.50	1.04	5.38	0.82	3.25	4.12	2.52	2.04	2.59	1.85	1.80
nloc	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	2	2	2
CV	3.35	0.18	7.93	5.42	7.11	6.40	0.48	0.37	0.55	0.85	4.29	2.63	3.77	2.18	2.63
H2	0.81	0.57	0.92	0.86	0.92	0.67	0.33	0.04	0.52	0.19	0.60	0.92	0.67	0.27	0.57
LSD	1.10	2.01	14.00	11.64	0.05	0.18	13.81	2.99	8.05	6.65	0.74	0.55	0.50	1.23	1.00



Ensayo 01AS-18 (Híbrido BI Etapa 4): 26 sitios (Gua8, Mex10, Nic1, Esa2, Hon1, Col4)

Entry	Genotype	GY	pRL	pSL	pBHC	rEPH	pER	EarAsp	MOI	TEX
8	CLTHW17039	6.58	7.1	2.6	1.6	0.54	9.5	2.5	19.1	3.3
9	CLTHW17050	6.56	5.6	2.6	2.3	0.49	11.5	2.4	19.8	2.6
13	CLTHW17115	6.52	7.2	1.8	2.9	0.51	13.2	2.5	20.0	2.8
7	CLTHW17037	6.51	6.9	2.4	2.6	0.50	11.5	2.5	18.6	2.5
2	CLTHW17006	6.49	10.4	3.2	3.7	0.49	15.3	2.5	20.9	2.7
12	CLTHW17108	6.49	8.7	2.2	4.6	0.53	11.8	2.5	20.2	2.7
18	CLTHW17202	6.44	9.6	2.4	2.3	0.55	10.9	2.5	19.1	3.7
14	CLTHW17118	6.43	6.0	2.2	3.8	0.53	10.4	2.4	20.0	2.7
11	CLTHW17107	6.42	14.0	2.3	2.7	0.50	10.0	2.5	19.4	3.1
3	CLTHW17007	6.42	7.5	2.0	4.6	0.52	13.6	2.6	20.5	3.1
5	CLTHW17030	6.41	8.4	1.7	3.5	0.48	14.6	2.5	20.1	2.5
1	CLTHW17003	6.38	9.4	2.1	3.1	0.54	13.7	2.5	19.4	3.0
6	CLTHW17031	6.33	7.4	2.4	3.4	0.53	13.5	2.4	19.7	3.0
20	CLTHW17207	6.31	7.7	2.6	1.7	0.54	9.2	2.5	18.6	3.5
23	CLTHW14003 (Test Ref1)	6.19	8.6	2.0	1.9	0.56	12.0	2.4	19.9	2.5
22	CLTHW14001 (Test Ref2)	6.10	5.8	2.1	3.0	0.54	9.3	2.5	19.8	3.4
24	Loc Comm Check1	6.00	6.0	1.9	3.7	0.53	13.0	2.6	20.9	2.6
25	Loc Comm Check2	5.70	9.8	2.4	2.6	0.55	10.7	2.6	19.1	2.4
	Heritability	0.75	0.71	0.44	0.90	0.95	0.78	0.64	0.89	0.97
	Grand Mean	6.30	8.47	2.36	3.15	0.52	12.06	2.52	19.52	2.93
	LSD	0.35	4.34	1.44	1.42	0.02	3.05	0.17	0.69	0.20
	CV	13.19	97.93	162.81	90.53	7.92	50.68	16.45	7.32	10.78
	n Locations	26	17	15	18	23	25	25	21	21

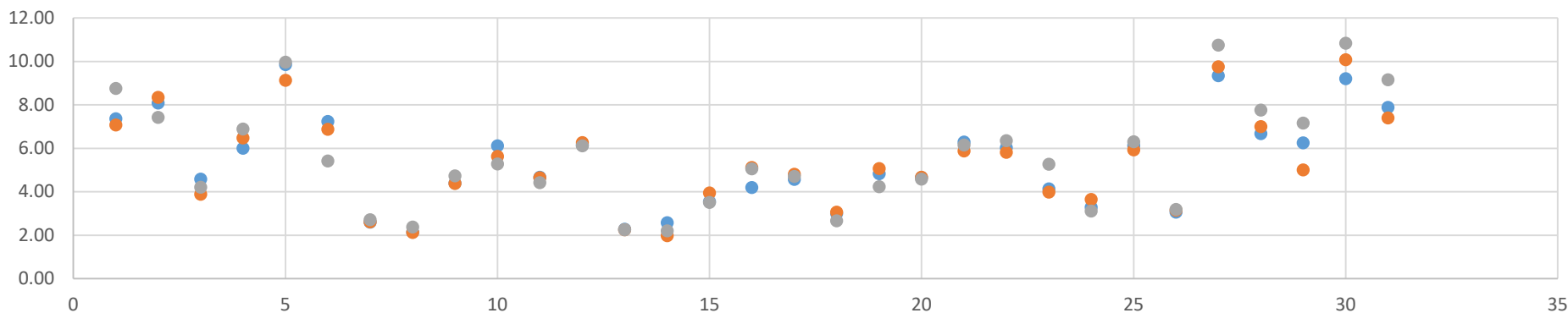
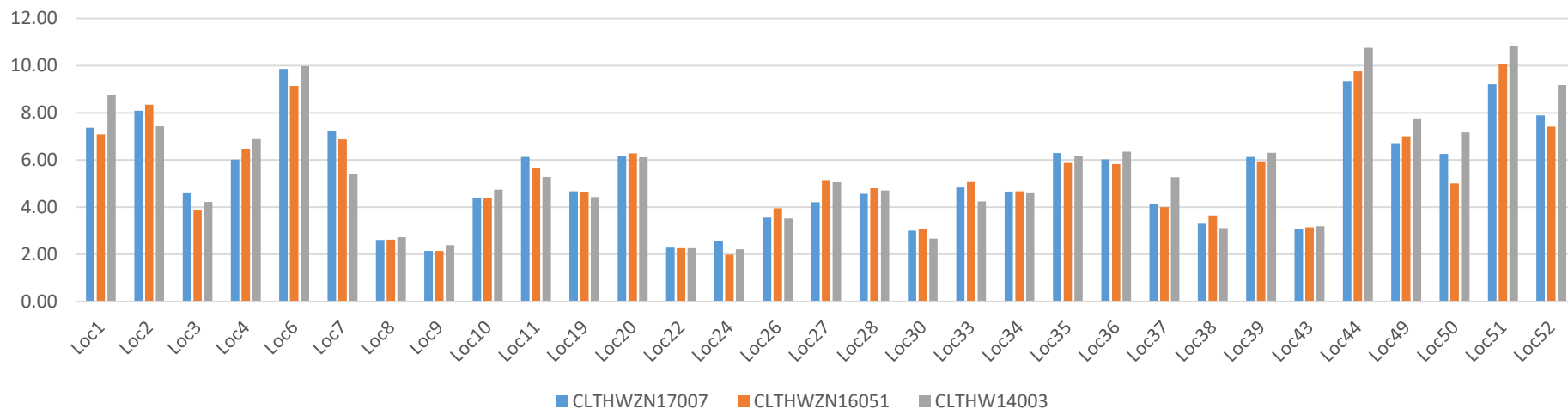
Ensayo 02AS-18 (Híbrido Am Etapa 4): 30 sitios (Gua8, Mex12, Nic1, Pan4, Hon1, Col4)

Entry	Genotype	GY	pER	rEPH	pBHC	EarAsp	MOI
5	CLTHY17126	6.11	9.1	0.48	1.1	2.1	17.9
20	CLTHY17288	6.08	9.7	0.47	1.3	2.6	17.0
6	CLTHY17142	6.06	12.3	0.47	2.3	2.6	18.1
18	CLTHY17264	6.05	11.5	0.48	2.8	2.8	17.5
7	CLTHY17145	5.97	12.8	0.47	2.6	2.6	18.0
12	CLTHY17213	5.88	9.0	0.48	2.4	2.4	17.8
9	CLTHY17147	5.85	9.0	0.46	1.7	2.4	17.6
8	CLTHY17146	5.79	10.7	0.46	1.4	2.5	18.3
19	CLTHY17284	5.77	10.3	0.48	1.9	2.5	18.1
2	CLTHY17033	5.75	12.7	0.48	4.5	2.7	17.2
25	Loc Comm Check2	5.74	9.1	0.49	2.2	2.4	19.9
24	Loc Comm Check1	5.50	10.9	0.49	2.4	2.6	19.3
23	CLTHY15003 (Test Ref2)	5.50	10.3	0.48	1.4	2.6	19.7
22	CLTHY14012 (Test Ref1)	5.37	9.3	0.45	1.6	2.6	17.8
Heritability		0.77	0.69	0.89	0.82	0.80	0.92
Grand Mean		5.74	10.08	0.48	2.36	2.51	18.07
LSD		0.31	2.78	0.01	1.50	0.19	0.63
CV		11.55	64.99	7.79	106.18	16.04	7.03
n Locations		30	26	26	17	27	22

Ensayo 03AS-18 (Híbrido Zn Etapa 4): 31 sitios (Gua8, Mex12, Nic1, Pan4, Hon1, Col4)

Ent	Genotipo	RG	pPMAZ	PosMaz	pAcR	pAcT	pMCob	AspMaz	TEX	Zn (9 reps)
16	CLTHW14003 (Test Ref Normal)	5.60	9.8	0.52	4.8	3.5	3.0	2.3	2.7	24.9
3	CLTHWZN17009	5.44	9.8	0.51	8.5	4.2	1.6	2.5	2.4	32.7
2	CLTHWZN17007	5.44	8.5	0.52	3.1	3.1	1.6	2.6	2.5	35.8
6	CLTHWZN17014	5.41	12.1	0.51	7.3	2.9	2.4	2.7	2.6	33.3
8	CLTHWZN17104	5.39	10.7	0.54	8.3	3.8	3.7	2.5	2.9	27.5
15	CLTHWZN16051 (Test Ref Zn2)	5.35	9.4	0.53	3.7	2.7	1.5	2.5	2.4	36.4
10	CLTHWZN17113	5.33	9.9	0.49	6.5	3.6	4.0	2.6	2.3	28.0
4	CLTHWZN17010	5.32	8.0	0.50	4.5	4.5	2.3	2.5	2.2	30.5
1	CLTHWZN17005	5.27	10.2	0.50	4.1	3.4	2.9	2.6	2.2	31.9
12	CLTHWZN17117	5.20	11.0	0.51	4.7	3.7	3.1	2.6	2.5	33.5
7	CLTHWZN17015	5.18	11.9	0.50	3.7	3.2	3.6	2.8	2.4	30.8
13	CLTHWZN17120	5.17	9.8	0.53	5.1	4.2	2.6	2.6	2.4	32.2
9	CLTHWZN17112	5.12	10.1	0.48	4.8	3.9	3.8	2.7	2.3	30.4
11	CLTHWZN17116	5.10	9.9	0.53	3.8	4.3	2.4	2.5	2.3	32.2
17	Test Com Local1	4.96	13.2	0.52	6.2	2.8	3.8	2.6	2.8	22.3
14	CLTHWZN15010 (Test Ref Zn1)	4.84	9.4	0.49	4.3	2.9	2.6	2.5	2.3	33.5
18	Test Com Local2	4.83	11.7	0.52	9.3	3.2	4.3	2.8	2.6	27.3
	Heredabilidad	0.82	0.61	0.90	0.67	0.49	0.84	0.79	0.79	0.85
	Media	5.22	10.28	0.51	5.28	3.50	2.84	2.58	2.46	31.03
	LSD	0.30	2.86	0.01	3.96	1.66	1.11	0.18	0.28	2.54
	CV	10.88	47.31	7.48	107.75	94.63	81.28	16.30	14.54	5.36
	Sitios	31	29	25	18	12	21	32	13	3

CLTHWZN1007 vs CLTHW16051 (31 sitios, 2018)



CLTHWZN17007

15 (48%)

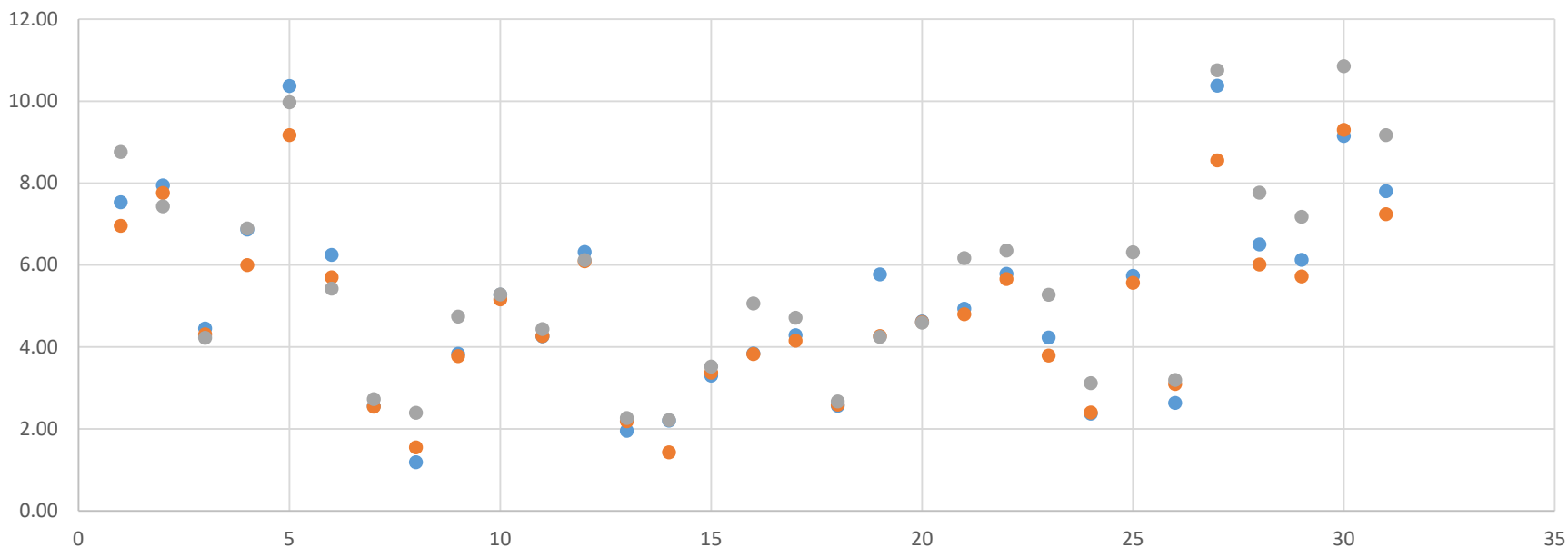
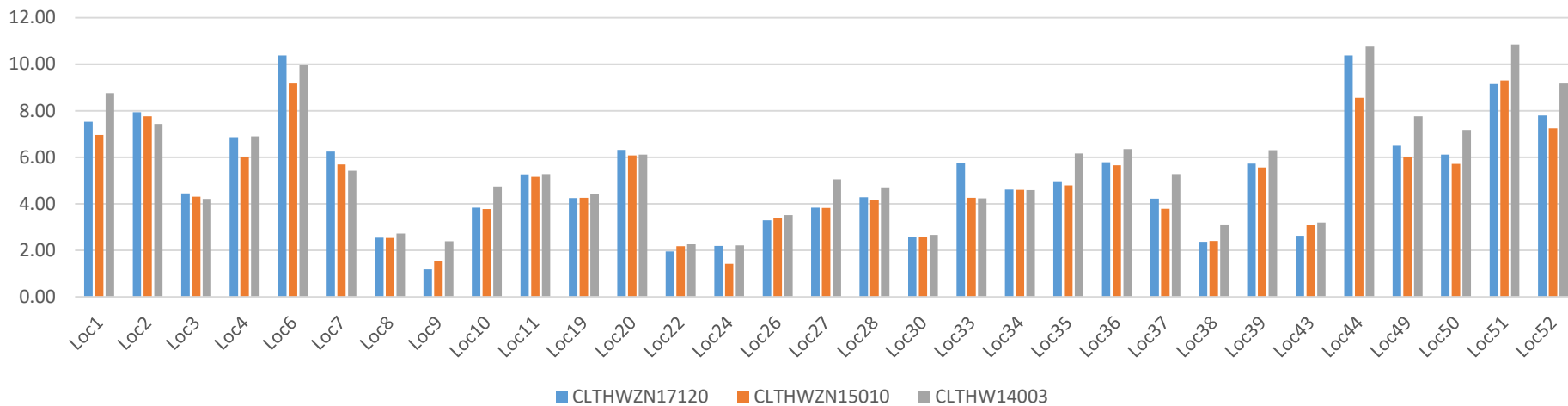
CLTHWZN16051

13 (42%)

A favor CLTHWZN17007: pudrición mazorca, textura, inserción mazorca



CLTHWZN17120 vs CLTHW15010: 31 sitios, 2018



CLTHWZN17120

20 (65%)

CLTHWZN15010

5 (16%)

Ensayo 04AS-18 (Variedad Zn): 21 sitios (Gua8, Mex4, Nic1, Pan2, Hon3, Col3)

Ent	Genotipo	RG	pPMAZ	PosMaz	pAcR	pAcT	pMCob	AspMaz	AspPlt	TEX	Zn (9 reps)	Zn (12 reps)
8	S16LTWNHGAB04	4.86	7.6	0.48	3.6	8.9	3.0	2.5	2.4	2.8	27.0	
9	S16LTWNHGAB05	4.79	6.8	0.48	2.2	6.4	3.1	2.5	2.6	2.5	26.9	
12	Test Com Local1 (Hibrido)	4.78	8.9	0.49	5.5	7.1	4.1	2.6	2.5	2.9	22.3	
3	S16LTWNQHZNHGAB01	4.71	10.3	0.50	7.3	7.2	4.7	2.8	2.6	2.4	29.2	25.5
7	S16LTWNHGAB03	4.52	7.2	0.47	1.4	6.8	3.3	2.7	2.5	2.6	25.9	
2	S16LTWQHZNHGAB07	4.51	8.4	0.49	5.5	7.6	4.4	2.8	2.7	2.3	33.4	29.6
4	S16LTWNQHZNHGAB02	4.44	9.9	0.49	4.6	5.5	4.8	2.8	2.7	2.7	32.1	28.2
1	S16LTWQHZNHGAB06	4.43	8.2	0.49	3.3	7.8	4.1	2.8	2.6	2.1	32.5	31.6
10	S16LTWQHZNHGAB02	4.34	10.4	0.49	4.6	5.8	4.8	2.9	2.7	2.3	31.4	
5	S16LTWNHZNHGAB02	4.34	7.6	0.48	1.4	4.9	3.8	2.7	2.6	2.7	29.8	29.4
6	S16LTWNHZNHGAB04	4.31	9.4	0.48	1.7	4.5	4.4	2.9	2.5	2.9	29.3	28.5
11	Test Com Local2 (Variedad)	4.01	7.5	0.48	6.3	3.8	3.8	2.9	2.9	2.4	36.7	
	Media	4.50	8.52	0.49	3.95	6.36	4.02	2.75	2.61	2.55		
	Heredabilidad	0.72	0.62	0.54	0.62	0.46	0.67	0.77	0.69	0.90		
	MDS (5%)	0.36	2.11	0.01	3.37	2.99	1.00	0.18	0.19	0.23		
	Sitios	21	20	21	17	19	20	20	15	18		



Ensayo 05AS-18 (Variedad Am): 21 sitios (Gua4, Mex3, Nic2, Pan10, Hon1, Col1)

ENTRY	GENOTYPE	GY	rEPH	pRL	pBHC	pER	EarAsp
6	S10TLYNGSHGAB01	5.37	0.53	4.3	5.3	6.4	2.5
1	S16LTYNHGAB01	5.03	0.52	3.6	4.4	6.2	2.7
3	S16LTYNHGAB03	4.97	0.52	3.7	4.2	6.4	2.7
7	S10TLYNGSHGAB02	4.94	0.52	3.2	4.6	7.1	2.7
8	S07TLYNHGAB02 (Test RefNormal1)	4.93	0.53	3.7	4.0	6.7	2.7
10	Variety Check (Variedad Testigo Local)	4.84	0.54	7.3	4.4	8.0	2.8
2	S16LTYNHGAB02	4.80	0.53	4.3	3.7	6.1	2.7
5	S16LTYPHGAB05	4.53	0.51	3.2	3.6	8.9	3.0
9	S03TLYQHGAB03 (Test Ref QPM1)	4.44	0.50	4.7	8.8	8.7	3.1
4	S16LTYPHGAB01	4.31	0.50	2.8	3.9	9.5	3.2
	Heritability	0.90	0.82	0.50	0.88	0.72	0.93
	Grand Mean	4.82	0.52	4.09	4.69	7.38	2.81
	LSD	0.31	0.02	3.71	1.57	2.27	0.18
	CV	10.88	6.40	104.70	66.02	44.75	11.97
	n Locations	21	13	9	16	12	18



Conclusiones

- ✓ Endospermo normal: 10 híbridos (5 blancos y 5 amarillos). 2 variedades amarillas.
- ✓ Alto Zn: 2 híbridos y 4 variedades.
- ✓ Red de evaluación en siete países (Nicaragua, Guatemala, El Salvador, Honduras, Colombia, México, Panamá).
- ✓ Buena producibilidad de parentales. Rentabilidad de producción de semillas.
- ✓ Híbridos triples/simples modificados e introducción de simples en algunos mercados.
- ✓ Escalamiento de producción de semilla: publico-privado.
- ✓ Ciclo de vida de productos.
- ✓ Interacción genotipo x ambiente.
- ✓ Efecto de dilución en Zn.

