

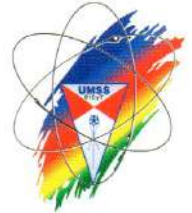


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias,
Forestales y Veterinarias
"Martín Cárdenas"

Departamento de Fitotecnia

Centro Nacional de Producción de
Semillas de Hortalizas (CNPSH-INIAF)



Asdi



**IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS SUPERIORES PARA LA
PRODUCCIÓN DE SEMILLA HÍBRIDA DE ALTA CALIDAD
GENÉTICA EN TOMATE (*Solanum lycopersicum*)**

Resultados 2009 - 2011

**COCHABAMBA - BOLIVIA
SEPTIEMBRE, 2011**



Contenido

Página

Introducción.....	3
Objetivos del Proyecto.....	4
Unidades de Investigación Externas a la UMSS que participaron en el Proyecto.....	4
Desarrollo del Proyecto.....	5
Resultados del Proyecto.....	7
• Caracterización de Germoplasma	7
• Identificación de Genotipos para Progenitores	10
• Evaluación de Cruzamientos	12
Divulgación de la Información Generada.....	14
Conclusiones del Proyecto	14
Publicaciones del Proyecto	15
Agradecimientos	15
Personal del Proyecto.....	16



Sobre el Convenio ASDI-UMSS: El Convenio entre la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI) y la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), ejecutado a través de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DICyT), tiene como objetivo principal el “promover la investigación y el desarrollo de la capacidad institucional, en el esfuerzo para fortalecer la educación superior y el desarrollo de la Universidad en el marco de los planes y políticas nacionales”.

Introducción

Bolivia es un país considerado como centro de origen de varias especies de tomate por lo que la región puede ser catalogada como de importante riqueza en variabilidad de este cultivo (Figura 1). La variabilidad de germoplasma de tomate no está siendo aprovechada con fines de mejoramiento de la producción. Solamente el esfuerzo del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), y algunas instituciones privadas, han realizado algún trabajo aislado de mejoramiento del cultivo.

La producción de semillas de hortalizas es una actividad que se desarrolla de manera no sostenible y con poco apoyo de las distintas instituciones gubernamentales y privadas. Esta producción continúa mostrando deficiencias, especialmente en relación con el apoyo al trabajo de obtención de variedades híbridas.

Durante el periodo 2009-2011, el Departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias (FCAPFyV) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), en coordinación con el CNPSH-INIAF, ejecutó el proyecto de investigación "Identificación de Genotipos Superiores para la Producción de Semilla Híbrida de Alta Calidad Genética en Tomate (*Solanum lycopersicum*), con Metodologías de Mejoramiento Clásico y Herramientas Moleculares", cuyos objetivos estuvieron relacionados con la conservación y caracterización de germoplasma de tomate y la búsqueda de material parental para la formación de híbridos en este cultivo.

El proyecto fue aprobado por la Dirección de Investigación, Científica y Tecnológica (DICyT) de la UMSS, con el soporte financiero de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI).



Figura 1.

Variabilidad en el germoplasma de tomate recolectado y conservado en el Banco de Germoplasma Vegetal de la FCAPFyV - UMSS y en la Colección de Germoplasma del CNPSH-INIAF.



Objetivos del proyecto

El Proyecto se desarrolló bajo el objetivo general de mejorar la productividad y calidad del tomate producido en los Valles de Cochabamba y en los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz.

Los objetivos específicos del Proyecto fueron:

- Caracterizar morfológica y molecularmente el germoplasma de tomate existente en el Banco de Germoplasma Vegetal (BGV) de la FCAPFyV-UMSS, y en la Colección de Germoplasma (CG) del CNPSH - INIAF.
- Identificar genotipos superiores (líneas puras) para su utilización como progenitores en la producción de híbridos.
- Identificar y caracterizar las fuentes de resistencia genética al mildiu (*Phytophthora infestans*) del tomate, principal enfermedad que se presenta en zonas productoras de los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz.
- Divulgar/socializar la información generada en el proyecto.
- Apoyar en la formación y capacitación de recursos humanos.

Unidades de Investigación Externas a la UMSS que Participaron en el Proyecto

- Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH - INIAF)
- Centro de Conservación y Mejora de la Agrobiodiversidad Valenciana (COMAV), Valencia, España.

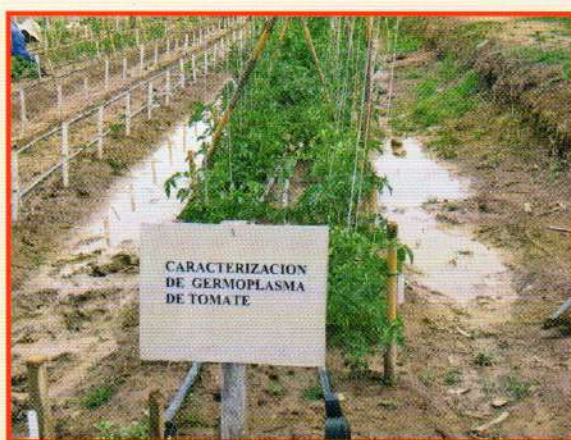


Figura 2.

Vista de los ensayos experimentales para caracterización morfológica (izquierda) y evaluación de cruzamientos (derecha) en tomate.

Desarrollo del Proyecto

Caracterización de Germoplasma

Para la caracterización de germoplasma se desarrollaron los siguientes pasos:

a) Colecta de germoplasma

Se realizaron cuatro expediciones de recolección:

- 1ra. Expedición (Marzo de 2005, Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz).
- 2da. Expedición (Marzo de 2010, La Paz).
- 3ra. Expedición (Mayo de 2010, La Paz y Beni).
- 4ta. Expedición (Diciembre de 2010, La Paz).



b) Caracterización morfológica y molecular

La caracterización morfológica fue realizada utilizando la guía Descriptores para el Tomate publicado por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1996).

La caracterización molecular se la realiza utilizando marcadores microsatélite.



c) Sistematización de la información

El germoplasma fue colectado utilizando fichas de pasaporte en base a lo que recomienda el IPGRI; se tomaron datos de localización geográfica y fotografías.

La información recolectada se encuentra almacenada en una base de datos del BGV de la FCAPFyV - UMSS.



d) Conservación de germoplasma

El germoplasma se encuentra conservado en envases de plástico de doble tapa, almacenados en el BGV de la FCAPFyV - UMSS.



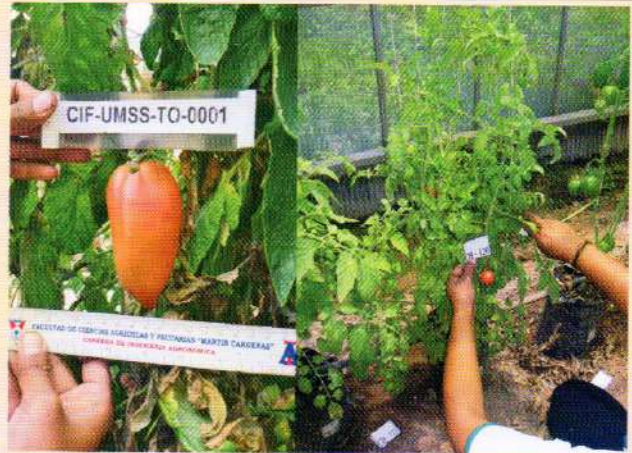
Desarrollo del Proyecto

Identificación de Genotipos Superiores para Progenitores

Para la identificación de progenitores se desarrollaron los siguientes pasos:

a) Evaluación y selección de progenitores

La selección de progenitores se realizó después de evaluar el germoplasma para características de fruto, porte de planta, condición sanitaria, en comparación con el resto de las accesiones evaluadas.



b) Realización de cruzamientos

Efectuando los siguientes procesos:

- Emasculación, removiendo los estambres de los capullos florales de la planta femenina antes del derrame de polen.
- Recolección de polen, colectando flores de los progenitores masculinos.
- Polinización, pintando el estigma de la flor emasculada con polen recolectado.



c) Evaluación de cruza (híbridos)

Cada una de las líneas seleccionadas como parentales fue utilizada como progenitor macho y como progenitor hembra realizando cruza recíprocas.

Los 75 cruzamientos (híbridos experimentales) fueron evaluados, bajo condiciones de invernadero, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.



Resultados del Proyecto

CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMA

a) Caracterización morfológica gestión 2009-2010.

La caracterización morfológica en el período 2009-2010 determinó la existencia de una variabilidad significativa tanto en características cuantitativas (Cuadro 1) como en características cualitativas.

Cuadro 1. Descriptores de características cuantitativas y estadísticos simples en 61 accesiones de tomate (*S. lycopersicum*), del Banco de Germoplasma Vegetal de la FCAPFyV-UMSS y del CNPSH-INIAF, caracterizadas en el Valle Bajo del Departamento de Cochabamba durante el período 2009-2010.

Variable	N	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo	Coef. Var. (CV)
v23 Longitud estambre (mm)	61	0.81	0.12	0.49	1.09	14.60
v21 Longitud del pétalo (mm)	61	1.27	0.24	0.79	1.87	18.55
v59 Porcentaje de germinación (%)	61	90.20	16.79	34.00	100.00	18.62
v04 Longitud del cotiledón (mm)	61	1.52	0.39	0.66	2.23	25.60
v38 Longitud del pedicelo (cm)	61	2.39	0.68	1.43	4.90	28.60
v22 Longitud del sépalo (mm)	61	0.83	0.29	0.37	1.62	34.92
v41 Ancho de la cicatriz del pedicelo (mm)	61	1.95	0.75	0.53	3.26	38.56
v57 Peso de 1000 semillas (g)	61	1.93	1.07	0.10	3.90	55.62*
v33 Ancho del fruto (mm)	61	37.29	23.42	0.96	99.40	62.79*
v42 Tamaño de la zona corchosa (mm)	61	4.81	3.08	1.25	12.32	64.01*
v32 Longitud del fruto (mm)	61	35.73	23.17	7.70	110.10	64.83*
v51 Número de lóculos	61	3.28	2.21	2.00	10.00	67.31*
v45 Grosor del pericarpio	61	3.93	2.88	0.30	10.50	73.33*
v50 Ancho del cotiledón (mm)	61	1.75	1.46	0.20	5.28	83.24*
v31 Peso del fruto (g)	61	41.38	47.52	0.31	175.00	114.86*

* CV superiores a 50 son considerados significativos



Figura 3. Peso de 1000 semillas, número de lóculos y peso del fruto, son algunas de las características cuantitativas con coeficientes de variación significativos en las accesiones caracterizadas durante la gestión 2009 – 2010.

c) Caracterización morfológica gestión 2010-2011.

Cuadro 2. Descriptores de características cuantitativas y estadísticos simples en 72 accesiones de tomate (*S. lycopersicum*), del Banco de Germoplasma Vegetal de la FCAPFyV-UMSS y del CNPSH-INIAF, caracterizadas en el Valle Bajo del Departamento de Cochabamba durante el período 2010-2011.

	Variable	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
v20	Longitud de la hoja primaria (mm)	21.19	4.10	31.63	9.97
v24	Ancho de la hoja primaria (mm)	6.38	0.95	8.39	2.56
v21	Longitud del pétalo (mm)	10.49	1.40	15.21	8.05
v22	Longitud del sépalo (mm)	7.54	1.82	16.85	4.44
v23	Longitud del estambre (mm)	7.23	0.67	9.19	6.06
v31	Peso del fruto (g)	12.20	12.41	77.90	0.61
v32	Longitud del fruto (mm)	24.70	7.19	49.66	9.95
v33	Ancho del fruto (mm)	25.90	7.01	52.73	10.06
v38	Longitud del pedicelo	2.34	0.36	3.54	1.84
v39	Long. pedic. desde la capa de abscisión	0.80	0.19	1.70	0.52
v43	Grosor de la piel del fruto (mm)	0.04	0.01	0.08	0.01
v44	Grosor del pericarpio (mm)	2.70	1.27	6.93	0.84
v45	Tamaño del corazón (cm)	0.97	0.44	2.72	0.16
v51	Número de lóculos	0.55	0.55	4.00	2.00
v57	Peso de 1000 semillas (g)	2.60	0.61	4.84	0.96



Figura 5. Peso, longitud y ancho del fruto, son algunas de las características cuantitativas que mostraron variabilidad importante entre las accesiones caracterizadas durante el período 2010 - 2011.

IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS PARA PROGENITORES

a) Progenitores seleccionados para cruzamientos en el año 2009

Se seleccionaron 12 genotipos para la realización de cruzamientos durante el año 2009 (Figura 6).



Figura 6. Accesiones seleccionadas para su utilización como progenitores en cruza realizadas durante el año 2009.



b) Progenitores seleccionados para cruzamientos en el año 2010

Además de las accesiones CH36, CH43, CH44, CH47, CH119, HORT166, HORT202, HORT213, utilizadas como progenitores el año 2009, se utilizaron las accesiones LA0146, LA0147, LA2703, LA1162 y BGV5648, (Figura 7) haciendo un total de 13 genotipos utilizados para la realización de cruzamientos durante el año 2010.



Figura 7. Accesiones seleccionadas para su utilización como progenitores en cruza realizadas durante el año 2010.



Figura 8. Algunos cruzamientos realizados con accesiones seleccionadas como progenitores durante el periodo 2009 - 2010.

EVALUACION DE CRUZAMIENTOS REALIZADOS DURANTE LOS AÑOS 2009 y 2010

Durante el período 2010-2011, se realizó la evaluación agronómica de 75 híbridos generados durante los años 2009 y 2010. Esta evaluación determinó la existencia de amplia variabilidad en la respuesta de los híbridos para las variables peso de fruto y rendimiento por planta (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Peso (g) de fruto de 75 híbridos, para el ensayo experimental localizado en el Valle Bajo del Departamento de Cochabamba durante el período 2010-2011.

No.	Código	Peso fruto (g)	No.	Código	Peso fruto (g)	No.	Código	Peso fruto (g)
1	D1013	46.1	26	D144	75.4	51	D313	58.8
2	D1014	42.9	27	D149	52.5	52	D314	69.4
3	D1015	41.5	28	D151	20.9	53	D315	52.3
4	D1016	20.4	29	D1510	40.3	54	D316	30.1
5	D1017	61.3	30	D1516	23.8	55	D317	59.3
6	D113	16.1	31	D1517	90.0	56	D413	66.6
7	D114	19.9	32	D152	49.3	57	D414	64.6
8	D115	21.0	33	D153	63.5	58	D415	78.8
9	D116	9.0	34	D154	76.6	59	D416	29.3
10	D117	23.1	35	D159	60.9	60	D417	83.4
11	D1310	32.7	36	D161	10.7	61	D913	53.1
12	D1314	50.7	37	D1610	24.3	62	D914	58.6
13	D1315	67.8	38	D1617	25.8	63	D915	66.5
14	D1316	19.9	39	D163	26.6	64	D916	23.3
15	D1317	110.2	40	D164	30.0	65	D917	65.6
16	D133	59.5	41	D169	28.6	66	E1413	41.7
17	D134	61.5	42	D1710	65.6	67	E1513	66.8
18	D139	60.1	43	D173	65.4	68	E1514	52.0
19	D141	21.4	44	D174	75.0	69	E1613	19.3
20	D1410	50.0	45	D179	58.0	70	E1614	24.7
21	D1415	56.8	46	D213	46.6	71	E1615	22.2
22	D1416	21.4	47	D214	50.3	72	E1713	78.3
23	D1417	63.5	48	D215	49.0	73	E1714	54.0
24	D142	55.2	49	D216	28.9	74	E1715	98.1
25	D143	55.0	50	D217	54.0	75	E1716	27.4



EVALUACION DE CRUZAMIENTOS REALIZADOS DURANTE LOS AÑOS 2009 y 2010

Cuadro 4. Rendimiento/planta (g) de 75 híbridos, para el ensayo experimental localizado en el Valle Bajo del Departamento de Cochabamba durante el período 2010-2011.

No.	Código	Rend /planta (g)	No.	Código	Rend /planta (g)	No.	Código	Rend /planta (g)
1	D1013	2089.0	26	D144	2702.0	51	D313	2577.7
2	D1014	1862.8	27	D149	2046.6	52	D314	1996.9
3	D1015	1127.8	28	D151	1643.3	53	D315	1864.3
4	D1016	1623.2	29	D1510	1198.7	54	D316	2082.0
5	D1017	1650.0	30	D1516	1292.2	55	D317	2071.1
6	D113	1170.0	31	D1517	2078.5	56	D413	1768.9
7	D114	2325.2	32	D152	2894.3	57	D414	1966.4
8	D115	1442.4	33	D153	2132.2	58	D415	1903.5
9	D116	1297.8	34	D154	1973.8	59	D416	1924.2
10	D117	1400.5	35	D159	2330.5	60	D417	2662.7
11	D1310	1442.3	36	D161	1559.6	61	D913	3035.4
12	D1314	2618.1	37	D1610	1596.1	62	D914	2741.6
13	D1315	1255.3	38	D1617	1686.1	63	D915	2247.9
14	D1316	1341.0	39	D163	1463.4	64	D916	1736.5
15	D1317	2583.6	40	D164	1848.0	65	D917	2421.5
16	D133	1602.3	41	D169	2113.5	66	E1413	1699.3
17	D134	2517.8	42	D1710	1627.4	67	E1513	1829.3
18	D139	2798.7	43	D173	2207.2	68	E1514	1783.7
19	D141	2256.2	44	D174	1849.6	69	E1613	1547.6
20	D1410	2171.6	45	D179	2554.0	70	E1614	2012.7
21	D1415	2079.2	46	D213	2811.7	71	E1615	1266.7
22	D1416	1384.1	47	D214	2161.0	72	E1713	2277.2
23	D1417	3305.8	48	D215	2527.1	73	E1714	1689.0
24	D142	2069.0	49	D216	2943.8	74	E1715	2460.5
25	D143	2222.2	50	D217	2684.8	75	E1716	1704.2

Divulgación de la información generada en el Proyecto

PARTICIPACIÓN EN FERIAS AGROPECUARIAS

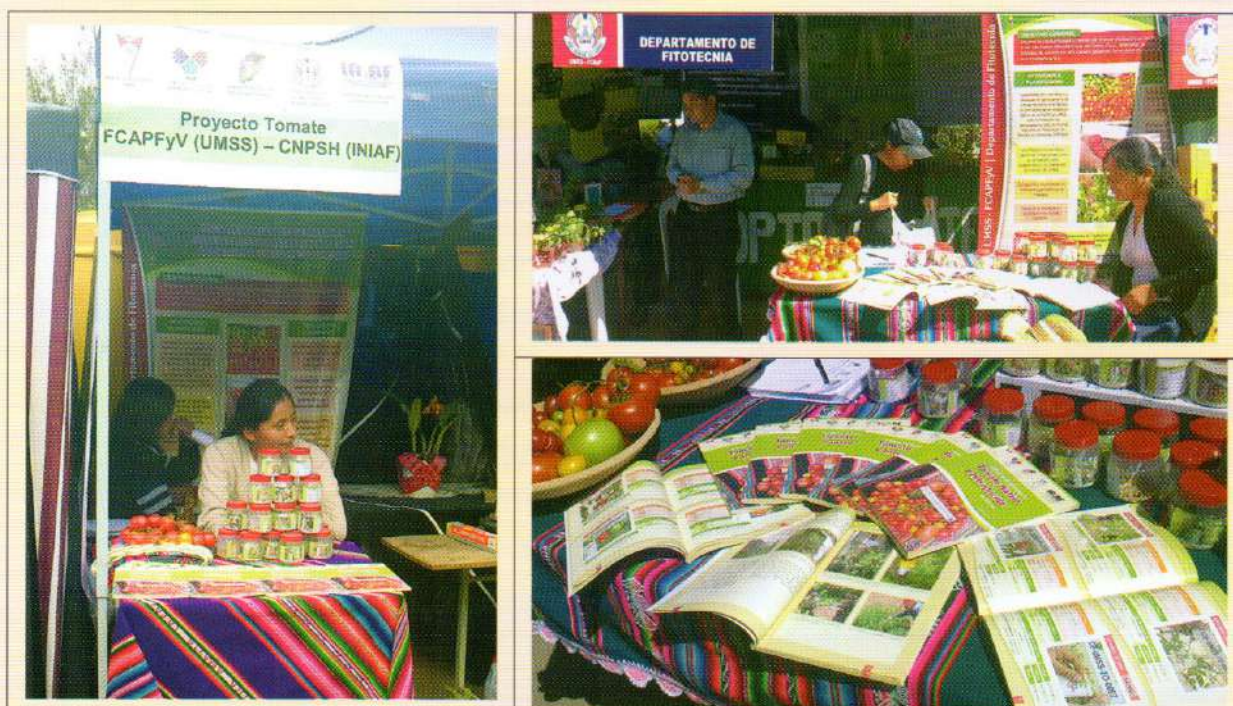


Figura 9. Participación del proyecto en la Feria Agropecuaria organizada por la FCAPFyV-UMSS (abril, 2011).

Conclusiones del Proyecto

- Durante el año 2009 se caracterizaron 61 accesiones de tomate (*Solanum* spp.), mismas que mostraron amplia variabilidad morfológica para variables como peso de fruto, longitud de fruto y peso de 1000 semillas.
- Durante el año 2010 se caracterizaron 72 accesiones recolectadas principalmente en los departamentos de La Paz y Beni. Se determinó la existencia de amplia variabilidad morfológica para caracteres como peso, longitud y ancho de fruto.
- Se seleccionaron 12 accesiones en 2009 y 13 accesiones en 2010, para su utilización como progenitores de híbridos.
- Se identificaron a 15 híbridos con rendimientos superiores a 2500 g/planta, que también fueron superiores al rendimiento del testigo comercial en actual producción.
- En ensayos preliminares, las accesiones LA1206 y LA1021 mostraron los niveles más bajos (por debajo de 10% de severidad), lo cual indicaría que ambas accesiones son resistentes al ataque de mildiu (*Phytophthora infestans*).
- Durante la realización del proyecto se apoyó a la culminación (defensa de tesis) de dos trabajos de tesis de grado; otros tres trabajos de tesis de grado se encuentran en revisión. También se realizaron dos trabajos de consultoría, uno para la elaboración de la línea base del proyecto, y el segundo para la elaboración de un catálogo de poblaciones de tomate.



Publicaciones del Proyecto

- Canllavi, Z. s/f. Evaluación agronómica de 75 híbridos de tomate (*S. lycopersicum*) en el Valle Bajo de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. FCAPFyV - UMSS. Cochabamba, Bolivia. (en revisión).
- Gonzales, J.W., J. Herbas, H. Mercado, E. Choque, J. Dávila, M. Quiruchi, S. Rojas, S. Santos y Z. Canllavi. 2011. Catálogo de Poblaciones de Tomate Nativo e Introducido en Bolivia. Convenio ASDI-UMSS. FCAPFyV-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 120 p.
- Herbas, F. s/f. Evaluación de Germoplasma de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para Resistencia Genética a Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*). s/f. Tesis Ing. Agr. FCAPFyV - UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- Quiruchi, M. 2010. Caracterización Morfológica de Germoplasma de Tomate (*Lycopersicum* spp.). Tesis Ing. Agr. FCAPFyV - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 83 p.
- Rojas, S. 2011. Determinación de la variabilidad morfológica de la colección de tomate (*Lycopersicon* spp.) existente en el Banco de Germoplasma de la FCAPFyV-UMSS y el Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas (CNPSH-INIAF). Tesis Ing. Agr. FCAPFyV - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 90 p.
- Santos, S. s/f. Caracterización morfológica y molecular de germoplasma de tomate nativo (*Solanum* spp.) existente en Bolivia. Tesis Ing. Agr. FCAPFyV - UMSS. Cochabamba, Bolivia. (en revisión).
- Soliz, B.J. 2010. Proyecto "Identificación de genotipos superiores para la producción de semilla híbrida de alta calidad genética en tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) con Metodologías de Mejoramiento Clásico y Herramientas Moleculares". Línea Base. Convenio ASDI-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 51 p.

Agradecimientos

Agradecimientos a las siguientes instituciones por su cooperación en la realización de actividades del presente proyecto:

Universidad Mayor de San Simón (UMSS)

- Centro de Investigación en Forrajes (CIF) La Violeta
- Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DICYT)
- Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI)

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)

- Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH)

Universidad Politécnica de Valencia (UPV) (Valencia, España)

- Centro de Conservación y Mejora de la Agrobiodiversidad Valenciana (COMAV)

Universidad de California-Davis (UC-Davis) (California, USA)

- C.M. Rick Tomato Genetics Resource Center (TGRC)

Personal del Proyecto

- Ing. M.S. Juan Herbas B. (FCAPFyV-UMSS, Investigador Principal)
- Dr. Jorge W. Gonzales C., Ing. M.S. Mario Coca M., Ing. M.S. Cecilia Ugarte B., Ing. Ruddy Meneses A., Ing. Katia Ramírez M. (Investigadores Adjuntos FCAPFyV-UMSS)
- Ing. Hans Mercado R., Ing. Jesús Dávila R., Ing. Emiliana Choque C. (Técnicos CNPSH-INIAF)
- Marleny Quiruchi Ch., Shirley Rojas L., Silvia Santos M., Zulma Canllavi Z., Florencia Herbas M. (Tesisistas del Proyecto)



**Esta es una publicación del Convenio ASDI-UMSS,
Proyecto UMSS-ASDI-FC3, financiada por la
Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI)**

Departamento de Fitotecnia (FCAPFyV-UMSS)
Av. Petrolera km 5, carretera antigua Cochabamba-Santa Cruz
Telf./Fax: + 591 4 4762383
www.agr.umss.edu.bo

Cita sugerida:

Gonzales J.W., Herbas J., Mercado H., Dávila J., Choque E. 2011. Identificación de genotipos superiores para la producción de semilla híbrida de alta calidad genética en tomate (*Solanum lycopersicum*). Resultados 2009-2011. Convenio ASDI-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 16 p.