

Desarrollo de un protocolo de análisis espacial para apoyar la toma de decisiones sobre la posible liberación de organismos genéticamente modificados de papa y maíz en el Perú

ÁREA TEMÁTICA: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

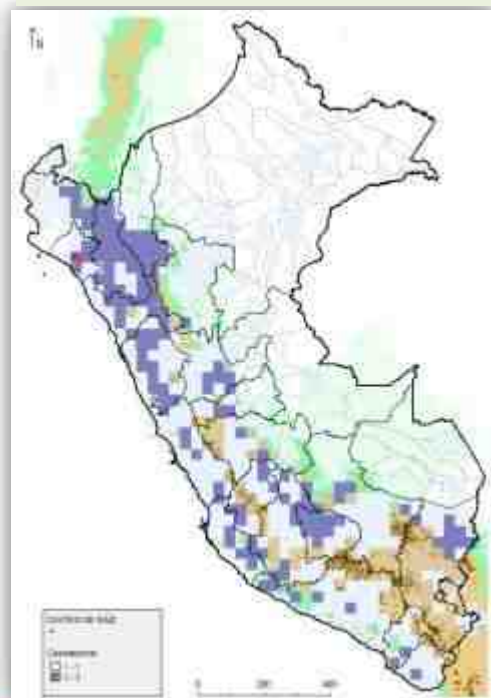
Fernando Rimachi (INIA)

Henry Juárez (CIP)

Sonia Farro (INIA)

Fabiola Guzmán (CIP)

Cartagena de Indias, 5 de junio del 2012



Desarrollo de un protocolo de análisis espacial para apoyar la toma de decisiones sobre la hipotética liberación de organismos genéticamente modificados de papa y maíz en el Perú

OBJETIVOS

DISTRIBUCIÓN
ACTUAL

Línea base de información en los cultivos de **papa y maíz** (zonas de producción actuales, distribución espacial de la variabilidad o diversidad genética).

DISTRIBUCIÓN
POTENCIAL

Mapas de distribución potencial de las especies silvestres de papa, y especies nativas cultivadas de papa.

PROBABILIDAD
DE FLUJO
GÉNICO

Mapa de zonas de coexistencia variedades mejoradas (introducidas) y las razas criollas de Maíz.

Zonas potenciales de hibridación entre las variedades mejoradas, nativas y los parientes silvestres de papa.

¿EN LAS ZONAS DE COEXISTENCIA OCURRE LA HIBRIDACIÓN Y/O EL FLUJO GÉNICO?

• La COEXISTENCIA es una **condición necesaria pero no suficiente** para modelar el posible flujo génico de las variedades de MAD hacia las razas criollas.

DEL CULTIVO

Información
Biológica

Literatura
especializada

Subproyecto
FG

Apoyo de
Expertos

DEL
AGRICULTOR

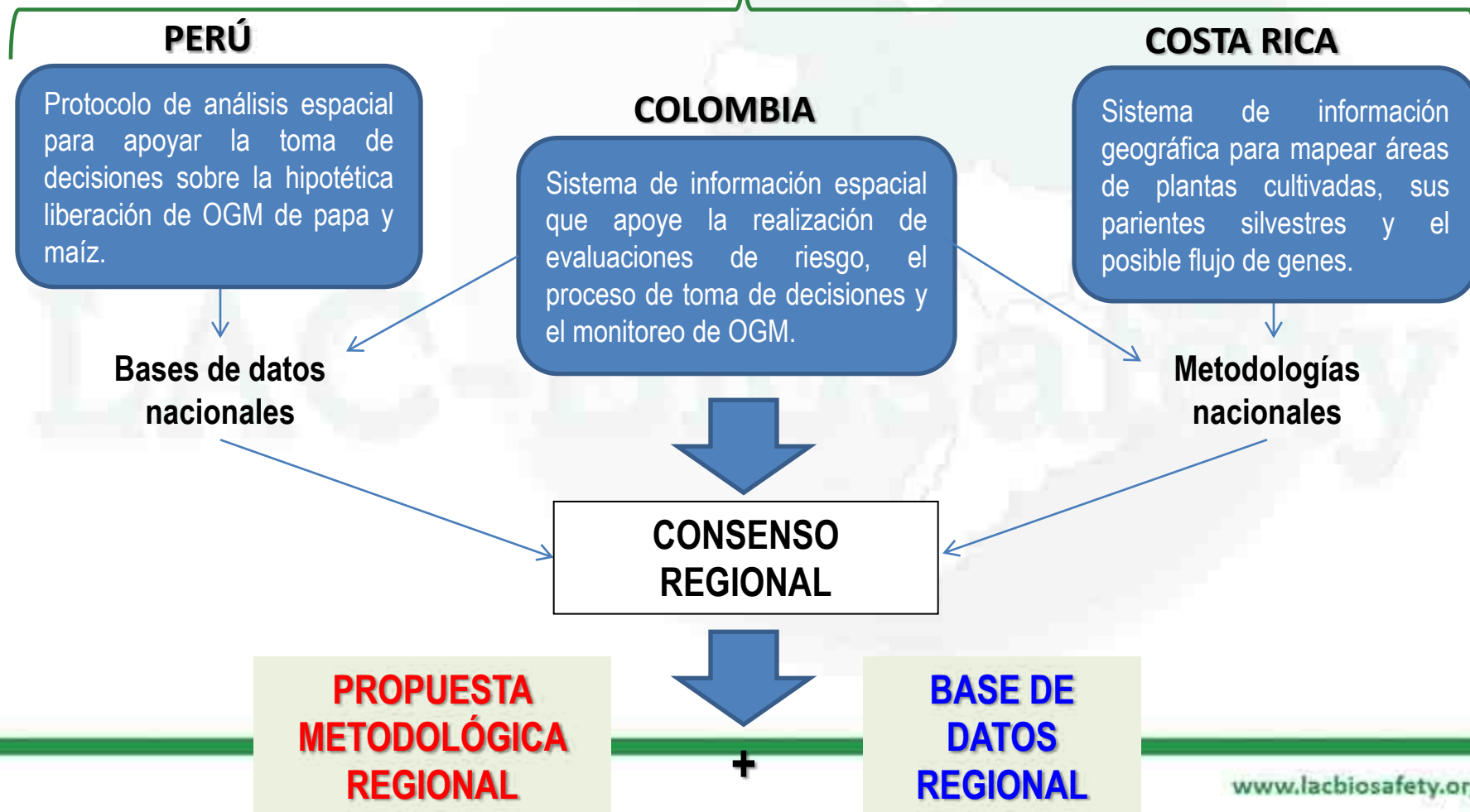
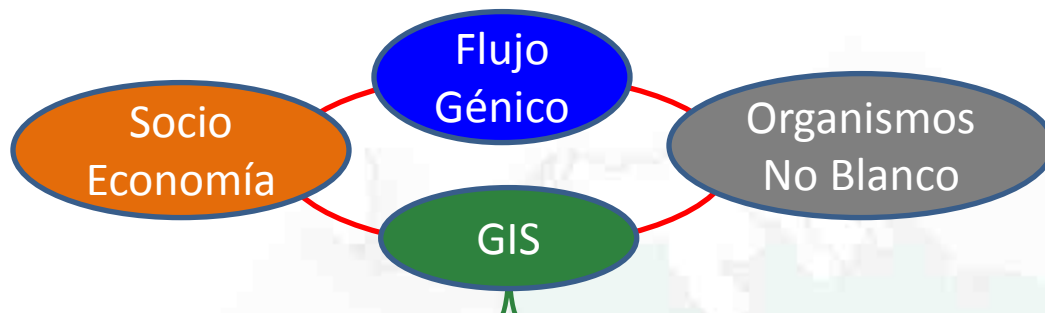
Información
Socioeconómica

Literatura
especializada

Subproyecto
SE

Apoyo de
Expertos

ENFOQUE REGIONAL DEL AREA TEMATICA GIS



RESULTADOS: Modelamiento para los casos Maíz y Papa

VARIABLES A CONSIDERAR

EVENTOS DE HIBRIDACIÓN

Variedad moderna
(introducida)
sea fértil

Sincronía de la floración

Proximidad

Agentes polinizadores

Viabilidad de la semilla

Fertilidad del Híbrido

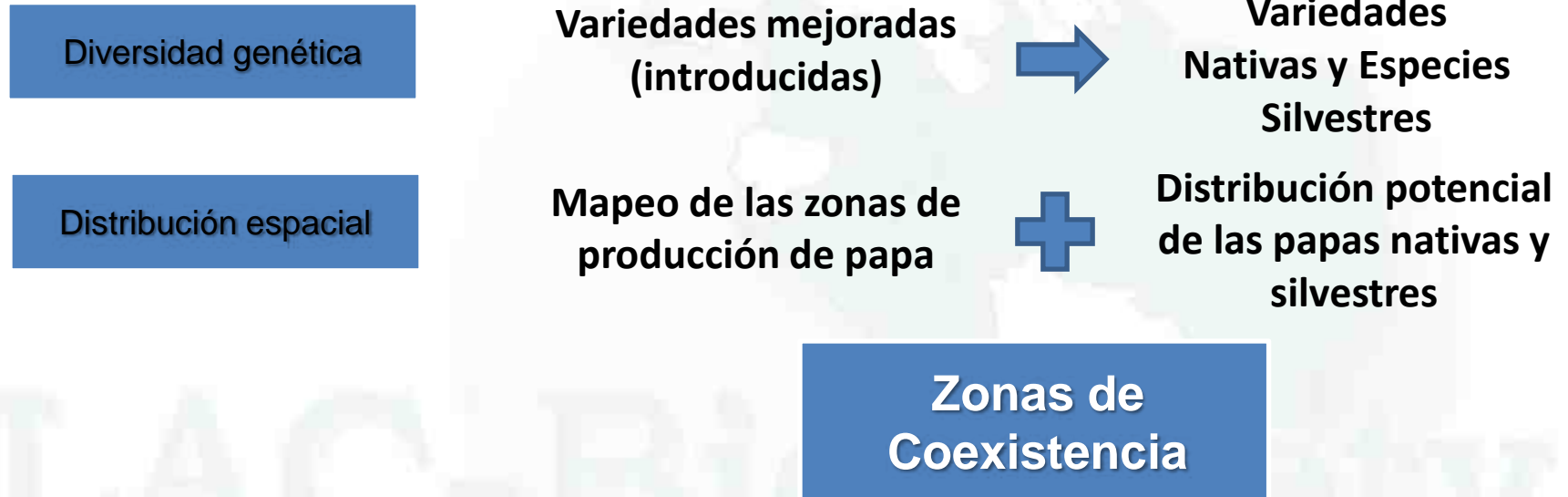
Manejo cultural:
AGRICULTOR

Algunas cualidades de los cultivos modelo

	PAPA	MAIZ
Diversidad genética	Intra e Inter específica	Intra específica (Intrasubespecífica)
Poblaciones silvestres	Si	No
Ploidía	2X, 3X, 4X, 5X	2X
Polinizadores	Agentes bióticos	Agente abiótico
Semilla	Asexual	Sexual

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Papa

Zonas potenciales de hibridación entre las variedades mejoradas, nativas y los parientes silvestres de papa.



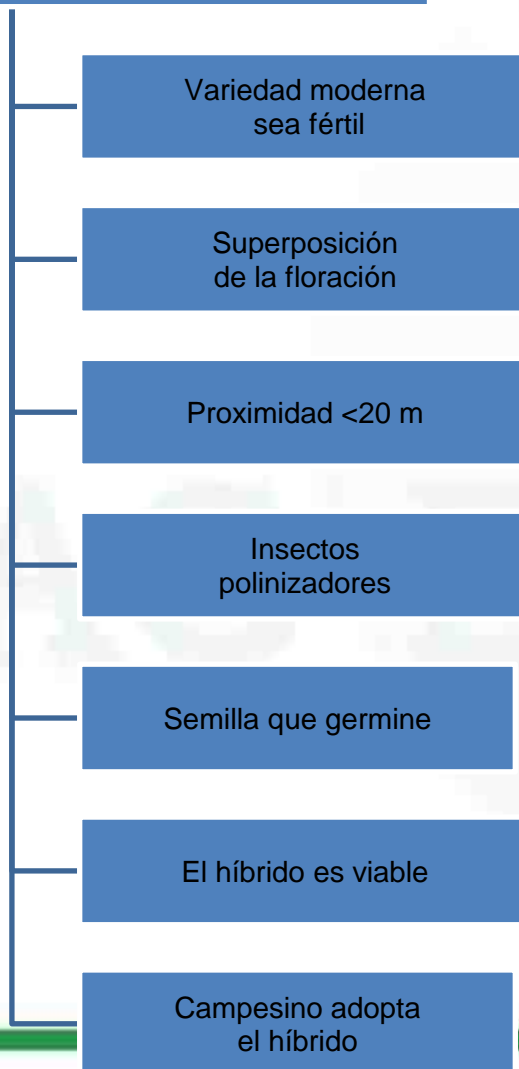
- Existen informes de hibridaciones entre las papas nativas y especies silvestres en los Andes.
- Las variedades modernas también se pueden hibridizar con otras variedades y especies silvestres.
- La **COEXISTENCIA** es una **condición necesaria pero no suficiente** para modelar el posible flujo génico de las variedades de MAD hacia las razas criollas.

Caso 1: Papa mejorada x papa nativas

Modelo para estimar la probabilidad de hibridación:
Papa Nativa hembra (*Solanum goniocalyx*) x Papa
mejorada macho (Canchan)

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Papa

EVENTOS DE HIBRIDACIÓN



Caso 1: Papa mejorada x papa nativas

CANCHAN MACHO ESTERIL

SE DA COMUNMENTE
(APRECIACIONES DE LOS EXPERTOS)

LA CRUZABILIDAD ENTRE PARIENTES ES CASI
INEXISTENTE MAS ALLA DE LOS 20 A 25 M
(Conner, 2006) (Ghislain,), (Celis, 2004)

Las flores inducen mayormente a autofecundaciones o fecundación cruzada dentro de unos cuantos metros de distancia (Ghislain,) (Scurrah, 2008)

¹Rabinowitz et al. (1990) Am Pot J 67:73-81

²Celis et al. (2004) Nature 432:222-225

³Scurrah et al. (2008) Euphytica 164:881-892

⁴Jackson and Hanneman (1999) Euphytica 109:51-67

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Papa

Caso 1: Papa mejorada x papa nativas



X



=

Distribución de colectas
de *Solanum goniocalyx*
(BD del Banco de
Germoplasma del CIP)

Distribución potencial
de *S. goniocalyx*
(Probabilidad de
ocurrencia estimada por
Maxent)

Adopción de la
variedad mejorada
"Canchan"
(Estimado de encuestas)

CANCHAN es macho estéril,
ya que el polen que posee
no es viable para fertilizar
otras variedades como *S.*
goniocalyx. No hay
probabilidad de flujo de
genes.



Caso 2: Papa mejorada x papa nativas

Modelo para estimar la probabilidad de flujo de genes:
papa silvestre macho (*Solanum acaule*) x papa mejorada
hembra (Yungay)

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Papa

EVENTOS DE HIBRIDACIÓN

Variedad moderna sea fértil

Superposición de la floración

Proximidad <20 m

Insectos polinizadores

Semilla que germine

El híbrido es viable

Campesino adopta el híbrido

Caso 2: Papa mejorada x papa nativas

YUNGAY POSEE BUENAS CUALIDADES DE HEMBRA / MACHO FERTIL (APRECIACIONES DE LOS EXPERTO)

SE DA COMUNMENTE (APRECIACIONES DE LOS EXPERTOS)

LA CRUZABILIDAD ENTRE PARIENTES ES CASI INEXISTENTE MAS ALLA DE LOS 20 A 25 M (Conner, 2006) (Ghislain,), (Celis, 2004)

Las flores inducen mayormente a autofecundaciones o fecundación cruzada dentro de unos cuantos metros de distancia (Ghislain,) (Scurrah, 2008)

Faltan realizar estudios que comprueben este evento pero infiriendo de la bibliografía recopilada podría haber la Probabilidad de que la semillas germinen. (Salas, 2005)

Faltan realizar estudios que comprueben este evento pero infiriendo de la bibliografía recopilada podría haber la probabilidad de que el híbrido sobreviva ya que sus parentales poseen resistencia a heladas y ranca (Salas, 2005)

¹Rabinowitz et al. (1990) Am Pot J 67:73-81

²Celis et al. (2004) Nature 432:222-225

³Scurrah et al. (2008) Euphytica 164:881-892

⁴Jackson and Hanneman (1999) Euphytica 109:51-67

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Papa

Caso 2: Papa mejorada x papa nativas



X



=



Distribución de colectas de *Solanum goniocalyx* (BD del Banco de Germoplasma del CIP)

Distribución potencial de *S. goniocalyx* (Probabilidad de ocurrencia estimada por Maxent)

Adopción de la variedad mejorada "Yungay" (Estimado de encuestas)

Existe la probabilidad de ocurrencia de hibridación entre la variedad mejorada "Yungay" (*S. tuberosum* subsp Andigena) vs la especie nativa cultivada *S. goniocalyx* debido a que ambas especies pertenecen al grupo de las Tuberosas y no hay barreras de incompatibilidad entre las mismas (Salas, 2005).



Subproyecto Flujo de Genes

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Papa

Ocurre hibridación entre la variedad mejorada “Yungay” (*S. tuberosum* subsp *andigena*) y la especie nativa cultivada *S. goniocalyx*???

Detectar en los híbridos putativos la presencia o ausencia de genes/alelos de papas cultivadas (Yungay) que no son de origen andino (papas nativas)

- SSR: STM1104, STI0032, STM1106, STM5121, STI0012;



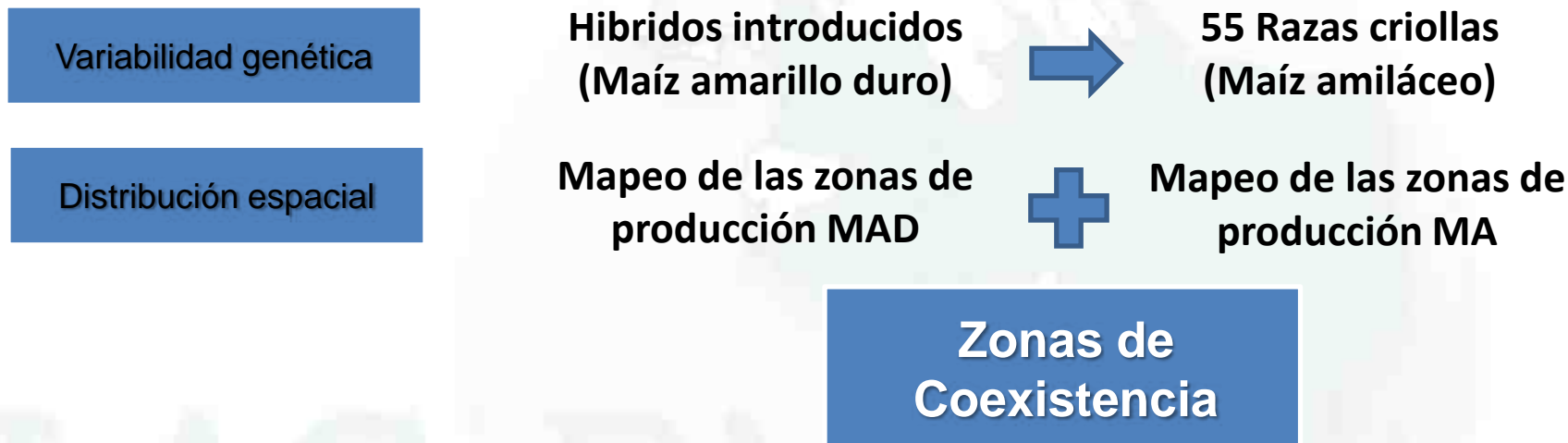
Localidad	No. de muestras	No.de muestras que pasaron tamizado con STM1104	No.de muestras que pasaron tamizado STI0032	No.de muestras que pasaron tamizado STM1106	No.de muestras que pasaron tamizado STM5121	No.de muestras que pasaron tamizado STI0012
*Junín	244	57	18	17	4	2
Cuzco	143	46	3	2	0	
Huanuco	1284	323	178	en proceso		

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL SUBPROYECTO DE FG: María del Rosario Herrera, Juan Daniel Montenegro and Marc Ghislain (CIP)

- El locus R1 puede ser utilizado para determinar si los híbridos candidatos poseen el haplotipo de Yungay;
- 2 muestras de Junín se evaluarán con los SSR restantes del kit PGI
- Ninguna muestra de Cuzco es un híbrido putativo de Yungay

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

Mapa de zonas de coexistencia variedades mejoradas (introducidas) y las razas criollas de Maíz.



• La **COEXISTENCIA** es una **condición necesaria pero no suficiente** para modelar el posible flujo génico de las variedades de MAD hacia las razas criollas.

- En el Perú se han introducido híbridos de maíz amarillo duro (MAD) desde la década de los 60's.
- Ha ocurrido flujo genico desde los híbridos introducidos (MAD) hacia las razas criollas de maiz???
- Que manejo cultural emplean los agricultores para conservar la pureza de sus razas criollas???

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

VARIABLES A CONSIDERAR

EVENTOS DE HIBRIDACIÓN

Variedad moderna
(introducida)
sea fértil

SI

Sincronía de la floración

SI/NO

Proximidad

SI/NO

Agentes polinizadores

SI

Viabilidad de la semilla

SI

Fertilidad del Híbrido

SI

Manejo cultural:
AGRICULTOR???

???

Algunas cualidades de los cultivos modelo

MAIZ

Variabilidad
genética

55 razas criollas

Poblaciones
silvestres

No

Ploidía

2X

Polinizador

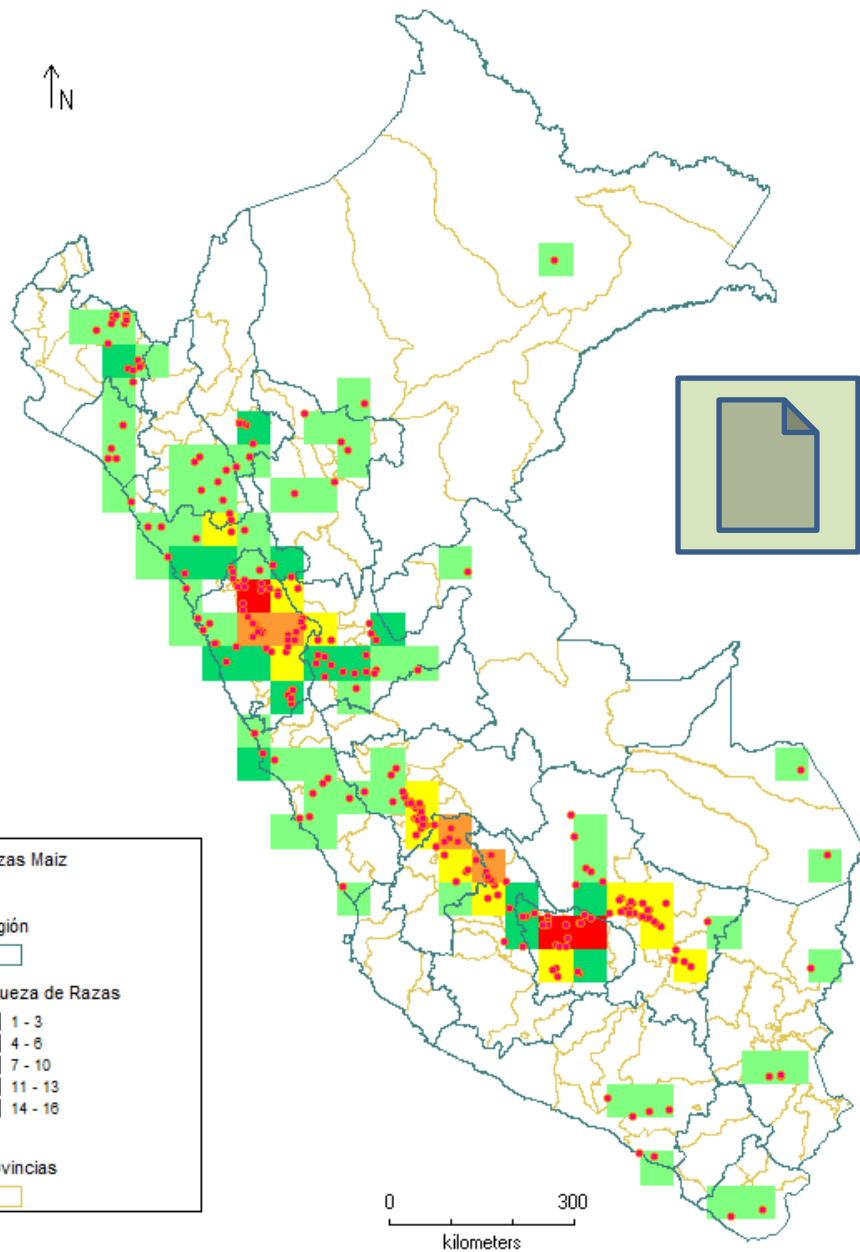
Viento

Semilla

Sexual

Subproyecto Flujo de Genes y SE

RESULTADOS: Caso Maiz



DISTRIBUCION REAL: RAZAS LOCALES DE MAÍZ

Mapeo de la variabilidad genética de las **razas locales de maíz**.

(*Zea mays* L. subsp. *mays*)

- 49 razas locales
- 1146 registros



**Catálogo del Germoplasma de
Maíz del Perú, 1986.**

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ AMARILLO DURO

EVENTOS DE HIBRIDACIÓN

Variedad moderna
(introducida)
sea fértil

Sincronía de la floración

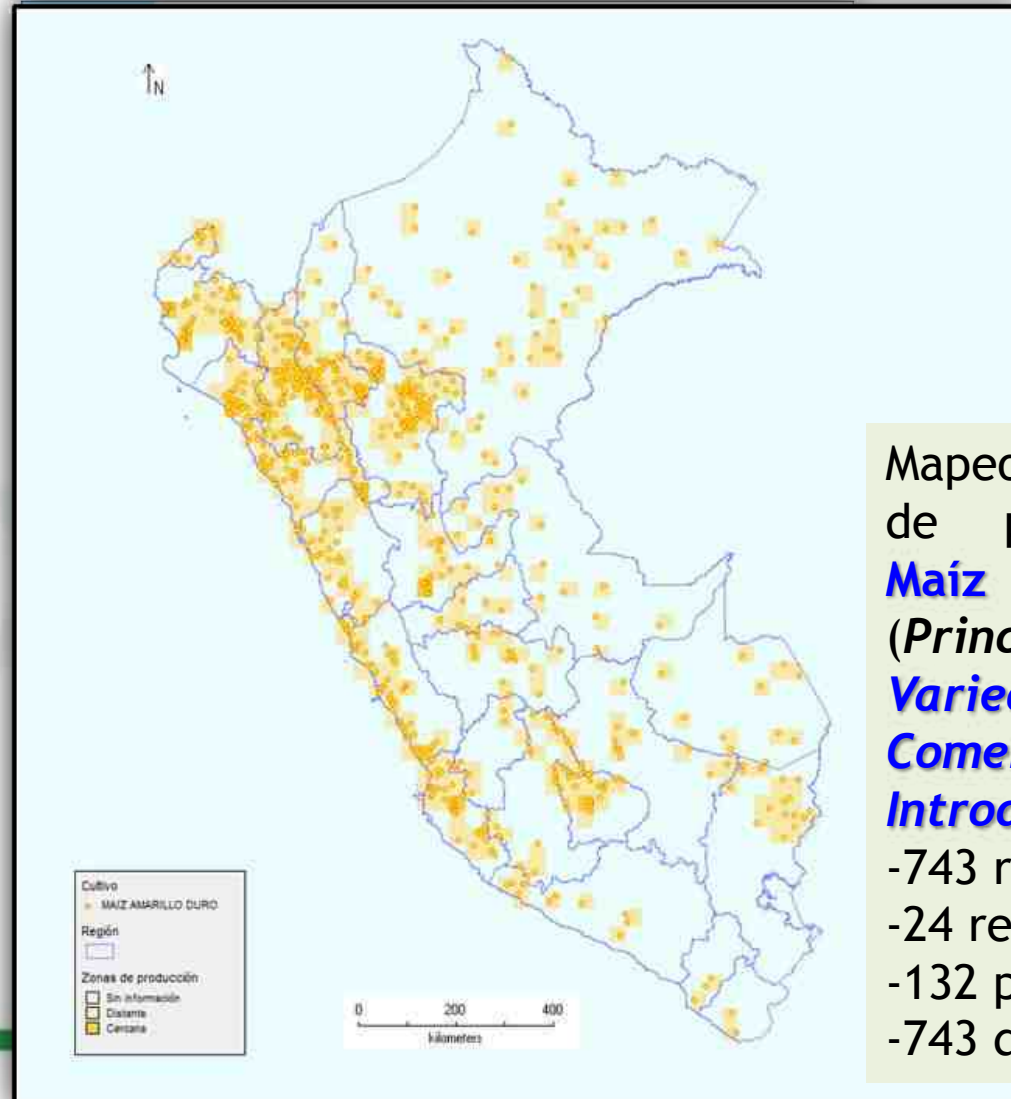
Proximidad

Agentes polinizadores

Viabilidad de la semilla

Fertilidad del Híbrido

Manejo cultural:
AGRICULTOR???



Mapeo de las zonas de producción de **Maíz Amarillo Duro** (Principalmente **Variedades Comerciales Introducidas**).

-743 registros
-24 regiones
-132 provincias
-743 distritos

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ AMILACEO

EVENTOS DE HIBRIDACIÓN

Variedad moderna
(introducida)
sea fértil

Sincronía de la floración

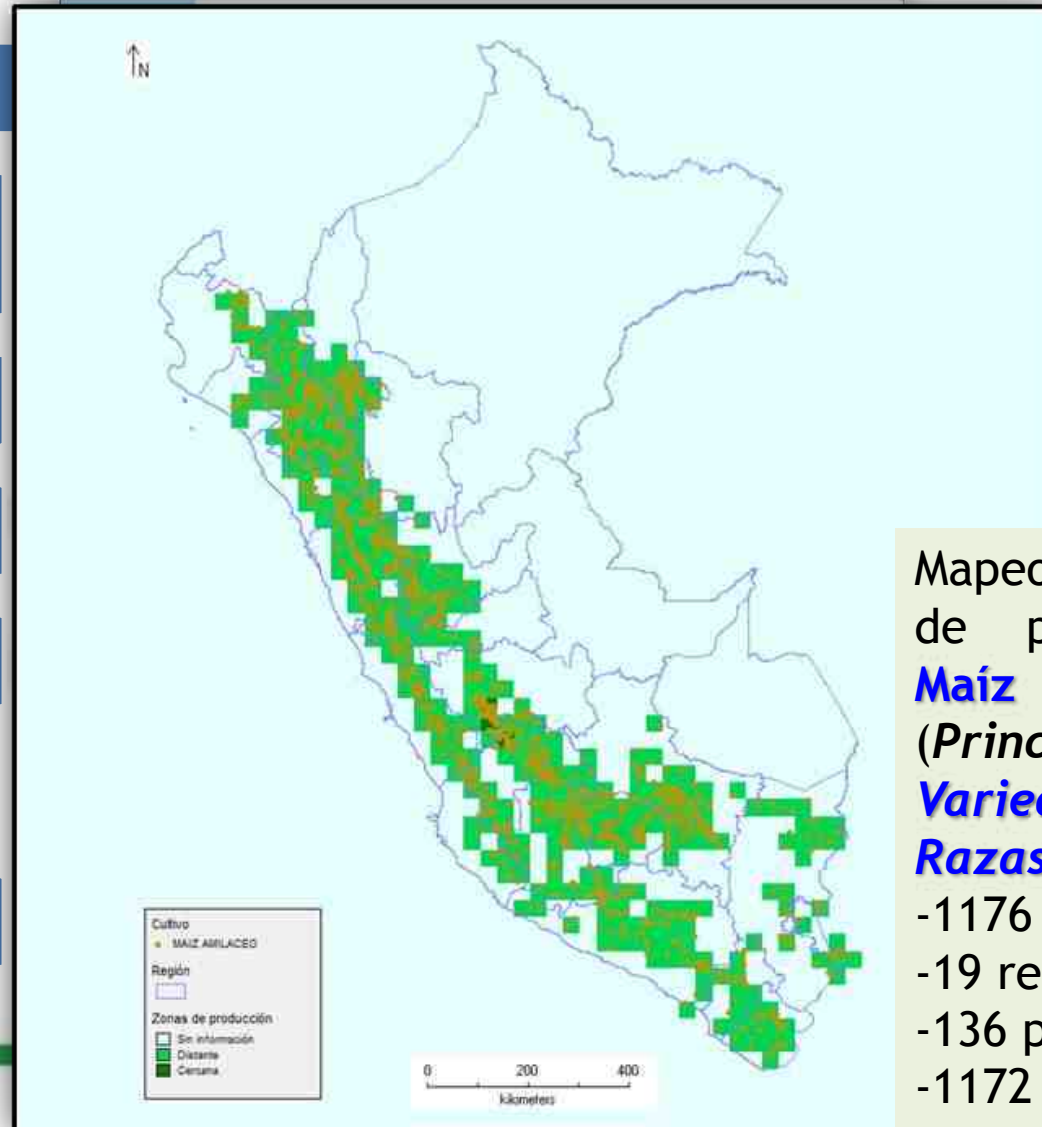
Proximidad

Agentes polinizadores

Viabilidad de la semilla

Fertilidad del Híbrido

**Manejo cultural:
AGRICULTOR???**



Mapeo de las zonas de producción de **Maíz Amiláceo** (Principalmente **Variedades y/o Razas locales**).

- 1176 registros
- 19 regiones
- 136 provincias
- 1172 distritos

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

ZONAS DE COEXISTENCIA: MAD + MA

EVENTOS DE HIBRIDACIÓN

Variedad moderna
(introducida)
sea fértil

Sincronía de la floración

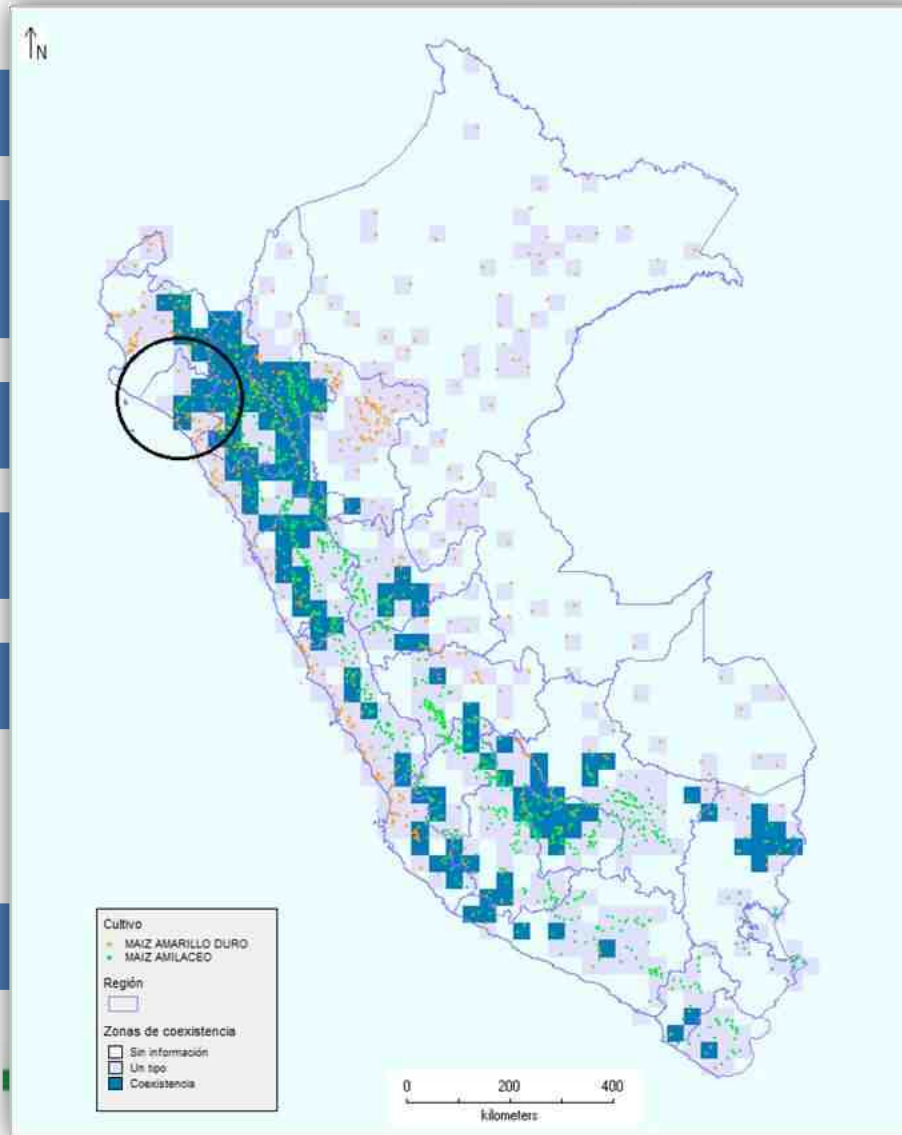
Proximidad

Agentes polinizadores

Viabilidad de la semilla

Fertilidad del Híbrido

Manejo cultural:
AGRICULTOR???

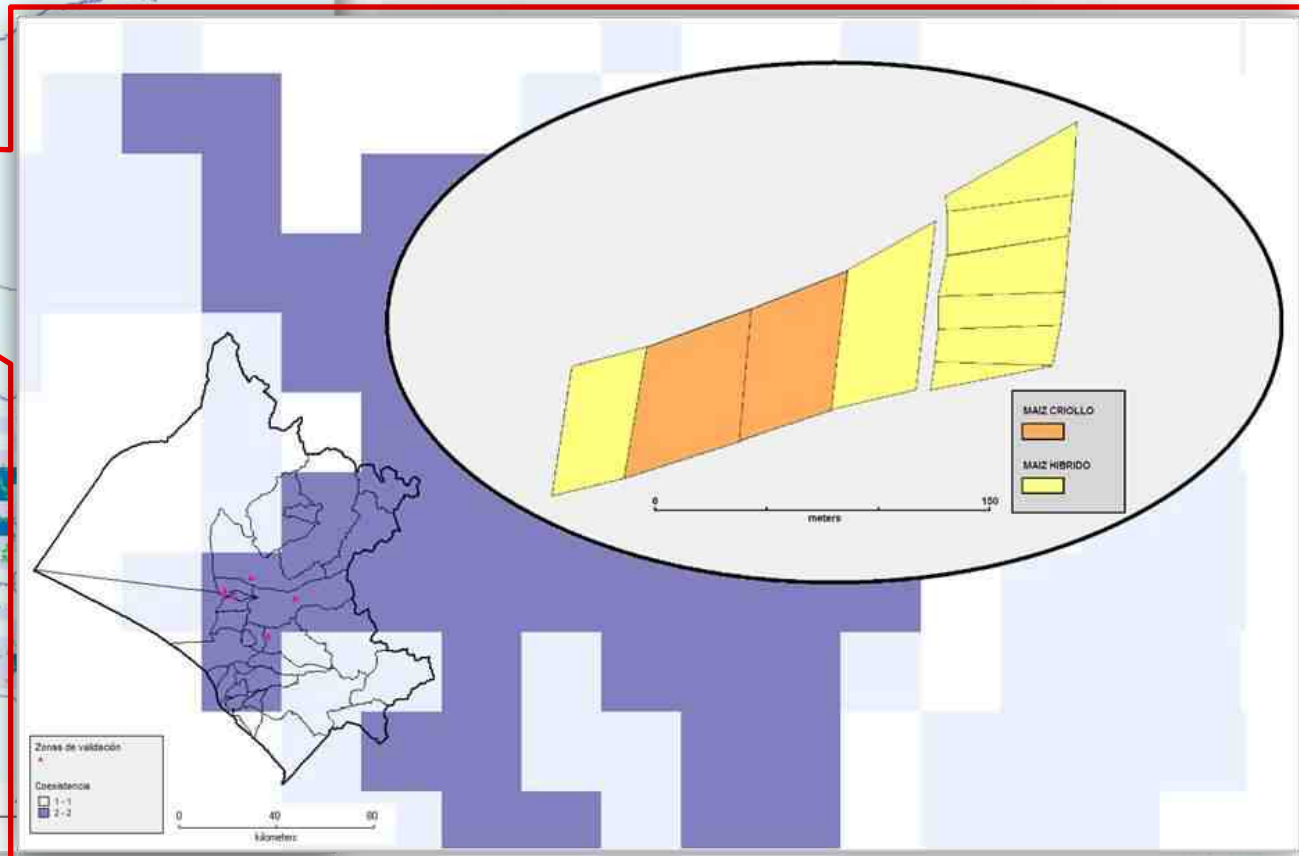
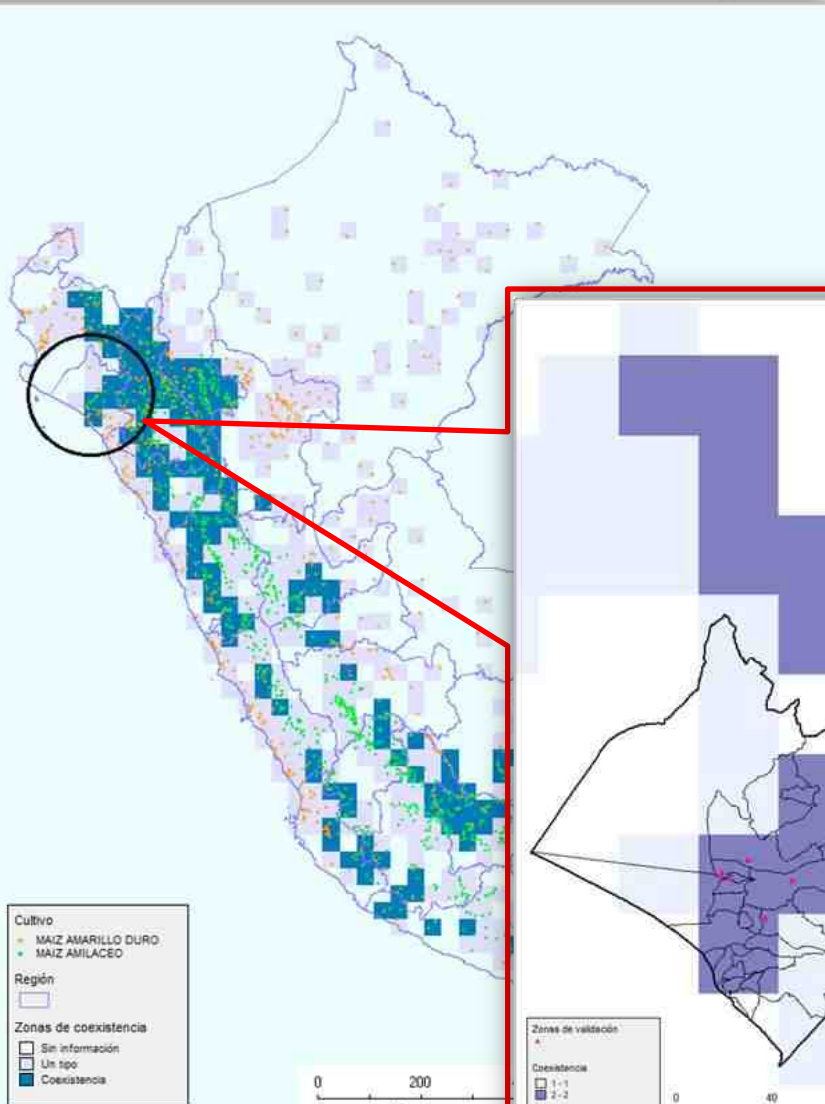


Mapeo de las potenciales zonas de producción de coexistencia entre el **Maíz Amiláceo** (razas criollas) y el **Maíz amarillo duro** (híbridos introducidos)

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

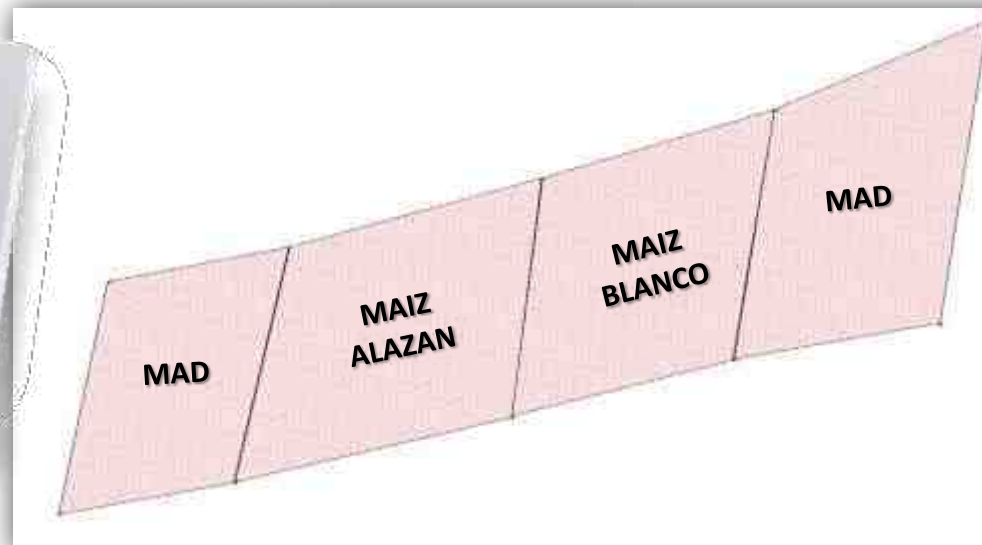
VALIDACION DE LAS POTENCIALES ZONAS DE COEXISTENCIA

5 DISTRITOS: Manuel Mesones Muro, Pacora, Pitipo, Jayanca e Illimo (región Lambayeque)
12 AGRICULTORES: **Se verifico la coexistencia en 7 de los 12 agricultores visitados.**



RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

VALIDACION DE LAS POTENCIALES ZONAS DE COEXISTENCIA

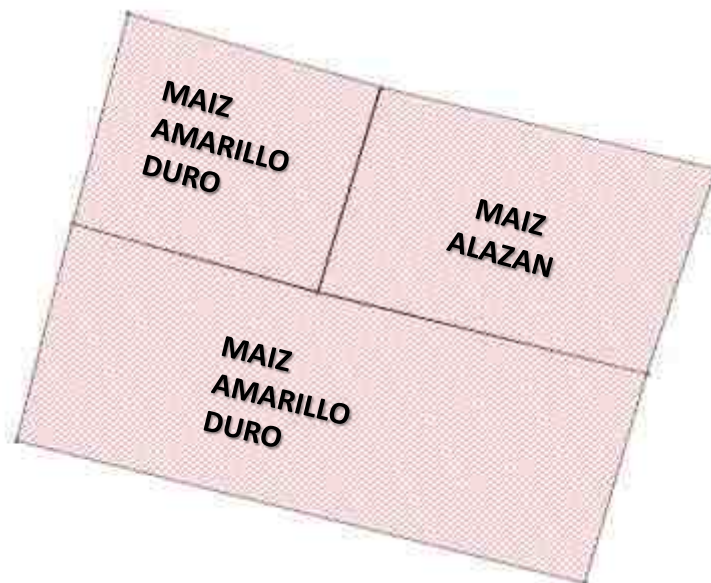


Agricultor
Alejandro Sandoval Piscoya
Distrito: PACORA



RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

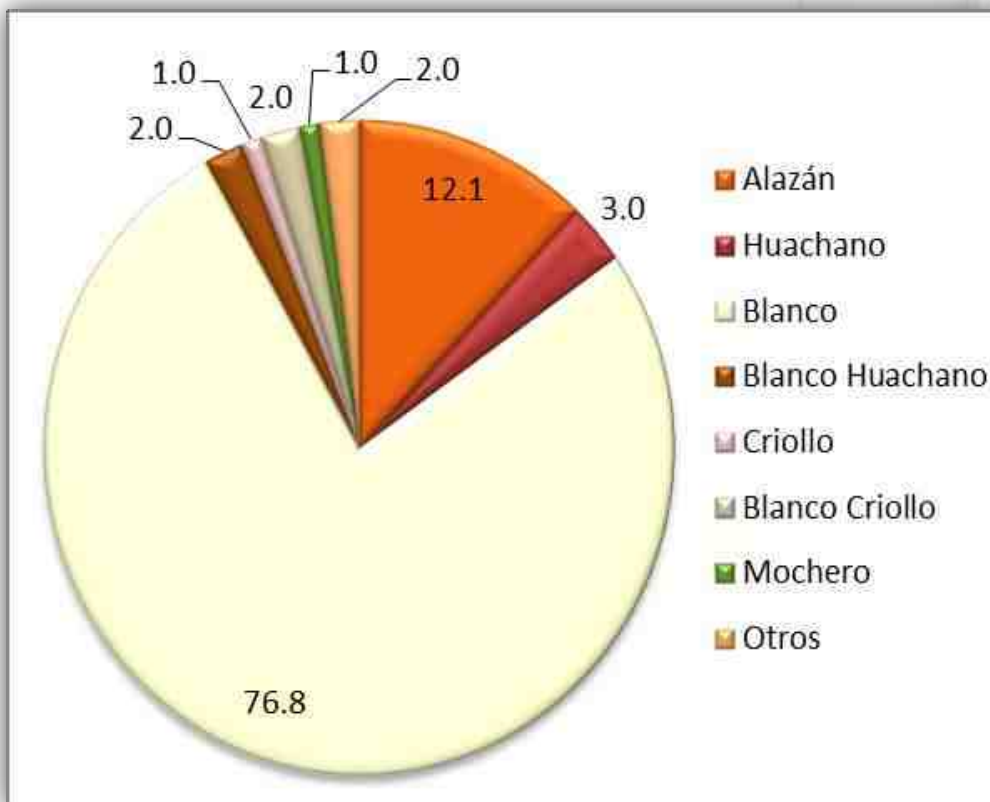
VALIDACION DE LAS POTENCIALES ZONAS DE COEXISTENCIA



Agricultor
Santos Damián
Distrito: PACORA

RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

RAZAS CRIOLLAS EN COEXISTENCIA CON EL MAD

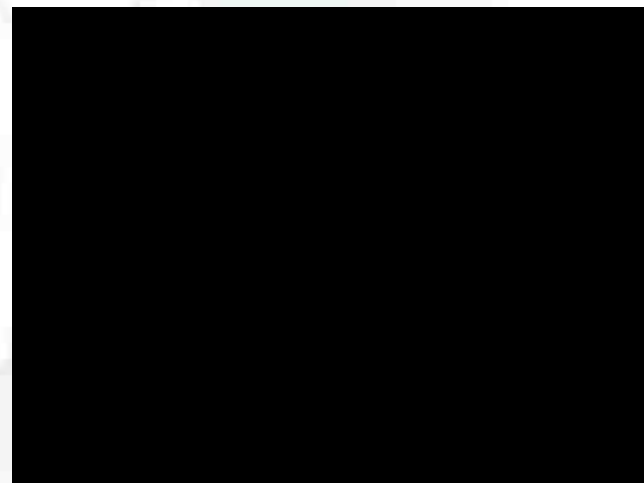


RESULTADOS: Modelamiento para el caso Maíz

COMO EVITAN LOS AGRICULTORES EL FLUJO GENICO???



Los agricultores conocen y vienen aplicando estrategias y metodologías para evitar el flujo génico desde los maíces amarillos hacia sus variedades criollas.





AGRADECIMIENTOS:

- Junta de Usuarios de Riego Chancay-Lambayeque.
- Dirección Regional Agraria Lambayeque.
- Agricultores

Fernando Rimachi

Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA

lrिमachi@inia.gob.pe

Henry Juarez

Centro Internacional de la Papa, CIP

h.juarez@cgiar.org