



PERÚ

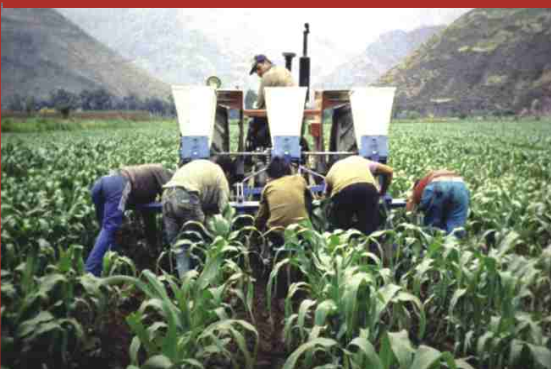
Ministerio
de Agricultura

Instituto Nacional
de Innovación Agraria



MAÍZ BLANCO URUBAMBA

(Blanco Gigante Cusco)

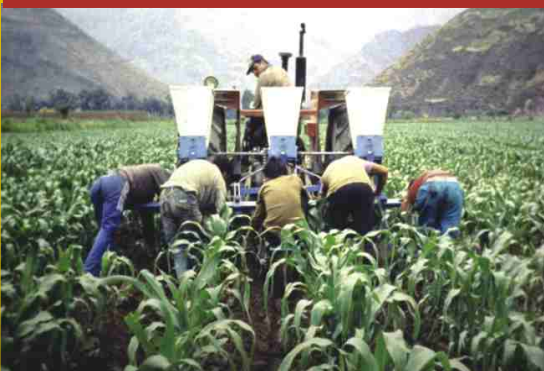




MAÍZ

BLANCO URUBAMBA

(Blanco Gigante Cusco)



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA

Manual Técnico **MAÍZ BLANCO URUBAMBA** (Blanco Gigante Cusco)

Ing. Sergio Quevedo Willis
Fitomejorador, Ex Director de la EEA Andenes - Cusco

© INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA

Diagramación e Impresión:

Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica

Primera Edición:

Junio, 2013

Tiraje : 500 ejemplares

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 Casilla N° 2791 - Lima 1

Telefax : 3495631 / 3492600 - Anexo 248

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2013 -0000

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a los profesionales, técnicos y personal de apoyo de la especialidad de Maíz en las unidades experimentales del Valle Sagrado o Valle del Urubamba (Taray, Huayocari, Urubamba, etc.) que trabajó directa o indirectamente en la Dirección de Investigaciones del Ministerio de Agricultura del Cusco de la actual Estación Experimental Agraria Andenes Cusco del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA y también a técnicos y especialistas que aún trabajan en la Estación Experimental Agraria que de una u otra forma han contribuido en la preparación y conducción de algunos de los experimentos y estudios de campo que se menciona en el presente trabajo con los cuales se ha enriquecido los conocimientos y experiencia tanto en el campo como en gabinete.

Mi agradecimiento también a los amigos agricultores de diverso nivel tecnológico del Valle Sagrado que además de su cooperación han facilitado algunas veces terrenos para los trabajos de investigación y han comunicado conocimientos de su experiencia.

Agradezco la colaboración en diversas oportunidades de algunos especialistas del Programa Cooperativo de Investigaciones de Maíz - PCIM, de la Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM, Lima que trabajaron en esta zona en la conducción de ensayos de investigación en maíz amiláceo.

Mi agradecimiento especial a mi hija Vivían, economista ella; que me ha apoyado en informática y en la digitación, así como en elaboración y mejoramiento de la presentación de algunos cuadros y gráficos

Deseo agradecer al Ing. Ms. Sc. Ing. Wladimir Jara Calvo Coordinador del Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz del INIA con sede actual en la Estación Experimental Agraria Andenes - Cusco, por la revisión del Manual y por haberme proporcionado información referente a algunos temas tratados.



En forma muy especial quiero expresar mi reconocimiento al Ing. Ms. Sc. Ricardo Sevilla Panizo, Coordinador Ejecutivo de la Secretaría Técnica de Coordinación con el CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research), por su amplia y desinteresada colaboración en la corrección, edición, absolución de consultas y en la preparación del presente Manual Técnico, en su calidad de Profesor de la Universidad Nacional Agraria La Molina y también como Profesor en la especialidad de Mejoramiento Genético de Plantas de la Escuela de Post-grado de la UNA La Molina, ex Jefe del INIA y amigo, que ha dedicado parte de su valioso tiempo y volcado sus conocimientos y experiencia en la revisión, edición y mejoramiento del documento en repetidas oportunidades.

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	9
2.	EL MAÍZ BLANCO URUBAMBA O BLANCO GIGANTE CUSCO	11
2.1	Derivación del nombre.....	11
2.2	Breve descripción de las características de las plantas.....	12
2.3	Pedigree propuesto para las subrazas del maíz Gigante Cusco.....	14
3.	DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ BLANCO GIGANTE CUSCO	17
3.1	Características del Valle Sagrado de los Incas	18
3.2	Diferencias entre el Valle Sagrado de los Incas y el Valle del Cusco.....	24
3.3	Cualidades exclusivas del Maíz Blanco Gigante Cusco	26
3.4	Mejoramiento genético	26
3.5	Subrazas del maíz Gigante Cusco	30
4.	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL VALLE SAGRADO DE LOS INCAS	33
5.	CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS GENERALES DEL VALLE SAGRADO DE LOS INCAS	34
5.1	Uso del agua en la agricultura	35
5.2	Calidad de las aguas.....	36
5.3	Principales agentes de contaminación.....	38
5.4	Conclusiones	39
6.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL VALLE SAGRADO DE LOS INCAS	40
6.1	Clasificación de las tierras por su capacidad de uso mayor.....	40
7.	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y ECOLÓGICAS DEL VALLE SAGRADO DE LOS INCAS.....	43
7.1	Características climáticas generales	43
7.2	Características ecológicas	43
8.	ETAPAS O FASES DE DESARROLLO DEL MAÍZ	45
9.	REQUERIMIENTO DE AGUA PARA EL CULTIVO DEL MAÍZ BLANCO GIGANTE CUSCO	49
10.	MUESTREO DE SUELOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.....	50
10.1	Análisis de rutina e interpretación	50
10.2	Recomendaciones	54
10.3	Análisis de caracterización e interpretación.....	54
10.4	Algunas equivalencias.....	56
10.5	Rasgos más saltantes de los análisis.....	57

11. MANEJO DEL CULTIVO	63
11.1 Aradura, rastrado y surcado.....	63
11.2 Siembra.....	64
11.3 Fertilización	67
11.4 Desahíje, raleo o entresaque	78
11.5 Aporques	79
11.6 Riegos	79
11.7 Principales plagas y su control.....	92
11.7.1 Gusanos de tierra	92
11.7.2 Gusanos del follaje	94
11.7.3 Gusanos de la mazorca	97
11.8 Principales enfermedades y su control	98
11.8.1 Pudriciones de las raíces y tallos.....	99
11.8.2 Enfermedades de los tallos y mazorcas	99
11.8.3 Enfermedades de las hojas	101
11.8.4 Enfermedades de las mazorcas y granos	102
11.8.5 Recomendación sanitaria preventiva contra las enfermedades y los insectos que atacan al inicio del desarrollo de las plantas	103
11.9 Control de malezas	103
11.10 Cosecha	105
11.10.1 Secado y tipos de secaderos.....	107
11.10.2 Desgrane, selección y clasificación	108
11.10.3 Características del grano de exportación	109
11.11 Almacenamiento	110
11.12 Producción de semilla	111
12. PRODUCCIÓN, PRODUCTIVIDAD Y PRECIOS EN CHACRA DEL MAÍZ BLANCO GIGANTE CUSCO POR PROVINCIAS Y DISTRITOS.....	113
12.1 Producción.....	113
12.2 Destino de la producción	120
BIBLIOGRAFÍA	126

ÍNDICE DE CUADROS

1	Color de pericarpio-tusa y sus porcentajes	13
2	Distritos productores de maíz Blanco Gigante Cusco.....	20
3	Comparación resumida de características climáticas-ecológicas, evapotranspiración del cultivo y demanda de agua en m ³ /ha.....	25
4	Resumen de características de las razas de maíz Blanco Cusco y Gigante Cusco.....	29
5	Características morfológicas del maíz Blanco Gigante Cusco (promedio y límites)	30
6	Características químicas promedio de los suelos del Valle Sagrado.....	42
7	Características ecológicas del Valle Sagrado de los Incas	44
8	Desarrollo y estados fenológicos del maíz Blanco Gigante Cusco.	45
9	Resultados de 193 análisis de rutina de los suelos del Valle Sagrado (1973).....	51
10	Análisis de rutina de 11 muestras de suelos del Valle Sagrado (2002)	53
11	Análisis físico de 11 muestras de suelos del Valle Sagrado.....	55
12	Análisis químico de 11 muestras de suelos del Valle Sagrado..	55
13	Proporción de cationes cambiabiles	57
14	Proporción de cationes cambiabiles en Pisac	58
15	Proporción de cationes cambiabiles en Calca.....	61
16	Proporción de cationes cambiabiles en Urubamba, Huayllabamba.....	62
17	Siembra por golpes. Distanciamientos y densidad	66
18	Siembra a surco corrido. Distanciamientos y densidad.....	66
19	Absorción de los principales nutrientes en kg por el cultivo de maíz.....	68
20	Recomendaciones de fertilización promedio (kg/ha) de acuerdo a la calidad del suelo.	68
21	Rendimientos del maíz Blanco Gigante Cusco con diferentes niveles de nutrientes	69
22	Rentabilidad estimada por hectárea.....	69
23	Fertilización NPK en maíz Blanco Urubamba 1965.....	70
24	Fertilización y rentabilidad en maíz Blanco Urubamba 1966.....	70
25	Rendimiento en grano del maíz Blanco Urubamba con niveles crecientes de Nitrógeno -Cusco 1966	71
26	Cálculo de los coeficientes de cultivo y riego para el maíz Blanco Gigante Cusco en el Valle Sagrado de los Incas.....	80
27	Cálculo de los coeficientes de cultivo y riego para el maíz Blanco Cusco en el Valle del Cusco.....	81
28	Determinación de la evapotranspiración del cultivo (ETC) Para el maíz Blanco Gigante Cusco y para el maíz Blanco Cusco	82
29	Balance hídrico (mm). Demanda de agua.....	83
30	Temperatura, humedad relativa y precipitación. Valle Sagrado de los Incas Zona de Vida: bosque seco-Montano Bajo (bs-MB).	88
31	Cálculo de la demanda de agua de suelos zonales con vegetación natural madura para el Valle Sagrado(de San Salvador a Ollantaytambo). Cultivo de Maíz Blanco Gigante....	89
32	Temperatura, humedad relativa y precipitación. Valle del Cusco	90
33	Cálculo de la demanda de agua para suelos zonales con vegetación natural, madura Valle del Cusco (Cusco a Cusipata). Cultivo del maíz Blanco Cusco.	91

34. Área cultivada (ha) con maíz Blanco Gigante Cusco en los distritos de Urubamba. Años 2007 - 2011.	113
35. Producción de grano (t) y precio promedio en chacra (S./kg) en los distritos de Urubamba. Años 2007-2011.	114
36. Área (ha), de producción de grano (t) y rendimiento unitario (t/ha) en la provincia de Urubamba. Años 2007-2011.	114
37. Área cultivada (ha), con maíz Blanco Gigante Cusco en los distritos de Calca. Años 2007-2011.	115
38. Producción de grano (t) y precio promedio (S./kg) en los distritos de Calca. Años 2007 - 2011.	116
39. Área (ha) de producción de grano (t) y rendimiento unitario (t/ha) en la provincia de Calca. Años 2007-2011.	116
40. Área total de producción (ha), volumen de producción (t) y rendimiento unitario (t/ha) Años 2007 al 2011.	117
41. Área de producción de grano y de choclo (ha) por distritos. Promedio de los años 2007 al 2011.	117
42. Área total (ha), producción (t) y productividad (t/ha) en grano por provincias. Promedio de los años 2007 al 2011.	117
43. Distribución estimada de la producción total anual.	118
44. Distribución estimada del área cultivada (ha) con variedades de maíz en el Valle Sagrado de los Incas en el año 2011.	119
45. Exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco años 2000 a 2010.	120
46. Porcentaje y volumen exportado de maíz Blanco Gigante Cusco en miles de toneladas en el año 2010.	123
47. Empresas exportadoras de maíz Blanco Gigante Cusco en el año 2004.	124

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1. Pedigree propuesto para las subrazas del Maíz Cusco Gigante Blanco	16
2. Provincias que cultivan maíz Blanco Urubamba o Blanco Gigante Cusco	17
3. Distritos representativos del maíz Cusco Gigante - Valle Sagrado	17
4. Balance hídrico en el Valle Sagrado de los Incas	84
5. Balance hídrico en el Valle del Cusco	84
6. Demanda de agua para el maíz Blanco Urubamba	85
7. Balance hídrico en el Valle del Cusco	85
8. Curva del coeficiente de cultivo (Kc) para el maíz Blanco Gigante	86
9. Curva del coeficiente de cultivo (Kc) para el maíz Blanco Cusco	86
10. Evapotranspiración y precipitación en el Valle Sagrado	87
11. Evapotranspiración y precipitación en el Valle del Cusco	87
12. Exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco, años 2000 a 2010 (miles de toneladas neto).	121
13. Destino de las exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco (2000 - 2006)	122
14. Porcentaje FOB de las exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco (2000 - 2006).	122
15. Porcentaje y destino de las exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco en el año 2010	124.

El maíz es el cultivo principal del Valle de Urubamba llamado también Valle Sagrado de los Incas que se encuentra entre los 2750 y 2950 m de altitud, en el que la variedad Blanco Urubamba (**Blanco Gigante Cusco**) que pertenece a la raza Cusco Gigante, ocupa más del 90 % del área; se siembra cerca de 7 000 ha para producir grano y alrededor de 1 000 ha adicionales anualmente para la producción de choclo.

Los productores y la propiedad o el uso de las tierras del piso de valle están distribuidos de la siguiente manera: 81 % de los productores tienen menos de 3 hectáreas; el 14,5 % tiene entre 3 y 9,9 ha y el 3 % entre 10 a 49 ha.

El 1,2 % de los productores del piso del valle son también poseedores de áreas mayores de 50 ha, pero estas tierras no se hallan en el piso del valle sino en la zona alta contigua (III Censo Nacional Agropecuario de 1994 y “Perú en Números, Anuario Estadístico 96”).

Esta agrupación, por tamaño de los predios, coincide aproximadamente con las tres categorías tecnológicas y económicas de los productores. Los pequeños productores utilizan la tecnología tradicional y son de escasos recursos económicos; los medianos productores utilizan alguna práctica moderna adicional, porque conocen tecnología moderna y/o económicamente pueden aplicarla. El tercer grupo, que posee las áreas mayores en el valle, tiene más recursos económicos y aplican conocimientos tecnológicos modernos.

Los minifundistas producen para autoconsumo o para comercializar su cosecha en mercados locales; los agricultores medianos y grandes cultivan pensando en el mercado nacional y en el de exportación. Este último brinda mayores incentivos económicos aunque es muy exigente en la calidad del grano.



Foto 1. Variedades de maíz del Valle Sagrado.

Una parte de los agricultores están agrupados en asociaciones para tomar acciones compartidas para el cultivo, sean de capacitación, producción y especialmente para la comercialización.

El maíz Blanco Gigante Cusco tiene como característica sobresaliente la gran calidad de sus granos determinada por su excepcional e inigualable tamaño, de dimensiones casi iguales en longitud y ancho y su mínimo espesor, de textura muy suave, de color blanco característico del maíz blanco, producido en el Valle Sagrado de los Incas.

Este maíz se halla entre las razas más productivas del país, siendo el de mayor producción entre los maíces amiláceos. Sin embargo, el rendimiento unitario promedio es bajo, alrededor de 3,3 t/ha a pesar de la alta calidad genética y productiva que tiene la variedad y de las excelentes condiciones ecológicas características del valle posibilitan la obtención de cosechas hasta de 10 t/ha con la aplicación de prácticas apropiadas.

Un volumen importante de la cosecha es acopiado por comerciantes intermediarios o algunos productores asociados que tienen acceso a la exportación.

El mercado internacional exige un volumen constante del producto para cubrir la demanda anual, manteniendo la alta calidad ya conocida.

En California (Estados Unidos) después de muchos años de trabajos genéticos han logrado una variedad de granos blancos amiláceos que tiene alguna semejanza con el Blanco Gigante Cusco. Por la obtención de esta variedad se ha perdido gran parte del mercado norteamericano, pero se podría recuperar y abrir nuevamente si se oferta un grano de mayor tamaño y de mejores características.

El maíz Blanco Gigante Cusco es una de las variedades de mayor volumen de comercialización en el mercado nacional en las zonas urbanas para consumo humano y el de mayor volumen exportado.

En el país y en algunos lugares del exterior existen variedades de granos similares en apariencia externa, pero difieren en dimensiones, suavidad y densidad o peso específico, características aparentemente determinadas por el origen genético o por la influencia ambiental de zona de producción. Por ejemplo en el Valle del Cusco y otras zonas ecológicas similares entre los 3 000 y 3 350 m de altitud, hay maíces blancos con características parecidas de grano, pero aparentemente tienen mayor peso específico y dureza. Pertenecen a la Raza Cusco Blanco que tiene una distribución más amplia, alcanzando una extensión aproximada de 100 mil hectáreas.

2.1 Derivación del nombre

El nombre deriva de las características de los granos blancos y muy grandes, que son los más grandes entre todas las razas de maíz. Es cultivado principalmente en el Valle Sagrado de los Incas, donde su producción presenta mayor productividad y calidad. En la literatura se ha usado los siguientes nombres: *Zea mays* Kcke (Korniok y Werner, 1885), Maíz Cusco (Cutler, 1946) y Paracay sara (Herrera, 1941).



Foto 2. Variedades de maíz andino en el Perú.

▪ Origen

Según Grobman, Salhuana y Sevilla (5) que han estudiado y descrito las razas de maíz del Perú, la raza Cusco Gigante es una de las más evolucionadas y se habría desarrollado en la sierra del Perú, posiblemente en el Valle de Urubamba en el Cusco, donde se cultiva actualmente. Postulan que la raza Cusco Gigante habría sido originada por la hibridación de la raza Pardo de la costa y la raza Cusco Blanco o Huancavelicano de la sierra. Posiblemente usando la selección masal durante muchas generaciones, quizás también retrocruzamientos y selección individual, los agricultores andinos lograron plantas de mazorcas grandes con el grano grande y de textura harinosa y suave.

Es indudable que el maíz Blanco Gigante Cusco es una raza producida por hibridación y seleccionada del Complejo Cusco original, existente en tiempos precolombinos en el

inicio del Imperio de los Incas en el siglo 13 d.C. Evidencia de la existencia de razas de maíz de granos grandes en la época de la Conquista tenemos en la mención hecha por el historiador Cobo, (1653) como manifiestan Grobman y colaboradores (5). El maíz Cusco original seguramente fue menos desarrollado que el actual Cusco Gigante, aunque sus características extremas del grano ya estuvieron desarrolladas hasta tal punto que fue reconocida como una raza inusual y definitiva.

Los mismos autores mencionan lo siguiente:

- ♦ El maíz Blanco Gigante Cusco tiene relación de origen con muchas razas peruanas tales como el Huancavelicano, Uchuquilla, Cusco Cristalino Amarillo, Piscorunto y Arequipeño en la sierra, y con el Chancayano en la Costa.
- ♦ Que son antecesores del maíz Cusco Gigante las razas peruanas más primitivas que se conoce como Kully, Confite Puntigudo, Enano, Confite Morocho y Ayacuchano.
- ♦ Restos del Morocho Ayacuchano de una antigüedad de 5 000 años han sido encontradas en excavaciones en Ayacucho y en diferentes lugares de la Costa. Se verifica esta situación por restos de cerámica fitomórfica representando mazorcas.
- ♦ Se encontraron mazorcas moldeadas en cerámica en restos arqueológicos de las culturas Mochica y Chimú con características similares a las de la raza Cusco Blanco y se hallan en los museos arqueológicos nacionales (Cusco, Lima, Trujillo, etc.) evidenciando su manufactura pre incaica.
- ♦ La selección ha proseguido hacia un punto donde algunas poblaciones tienen escasa variabilidad genética. Esto quedó evidenciado por la reducida variabilidad hallada en pruebas de la habilidad combinatoria interracial para esta raza.
- ♦ Variedades similares a la raza Cusco se encuentran en Ecuador, Bolivia y Argentina lo cual sería una muestra que la raza se distribuyó durante la época inca, llevada por pobladores quechuas trasladados en los mitimaes hacia los territorios conquistados. Los cronistas españoles describen un tipo de maíz de granos muy grandes, lo cual sería una evidencia del cultivo de esta raza en el Imperio Incaico.

2.2 Breve descripción de las características de las plantas

♦ Plantas

Son de mediana altura, bastante tardías, tienen 10 hojas en promedio de mediana longitud y ancho; el área foliar es relativamente grande para razas de altura, tallo grueso sin hijuelos, las vainas foliares carecen de pubescencia, de color rojo sol diluido (RSD); intermedia susceptibilidad a Roya y *Helminthosporium*; alto índice de color de plántulas, es decir con pigmentos antociánicos en el coleóptilo, las aurículas, la vaina de la hoja, la vena central, los márgenes y puntas de las hojas.

♦ Panoja

Pedúnculo de mediana longitud. La panoja es medianamente larga con espacio intermedio de ramificación, tiene ramificaciones medianamente largas e intermedias en número.

♦ Características externas de las mazorcas

Son medianamente largas y gruesas, elípticas ligeramente adelgazadas en la base y el ápice. El número promedio de hileras es 8; el pedúnculo es corto con pocos nudos, medianamente ancho en diámetro, número intermedio de brácteas o pancas. Los granos son los más grandes en maíz; entre todas las razas peruanas son los de mayor longitud y ancho y tienen muy poco espesor (20,2 mm x 16,2 mm x 6 mm); presentan ligera a media depresión y ligera estriación.

El endospermo es blanco harinoso y blando; la aleurona normalmente sin color. La tusa es incolora en un 75 % de los casos; las glumas y lemmas usualmente no son coloreadas. El color de “pericarpio-tusa” es incoloro-blanco en casi todos los casos en poblaciones altamente selectas y típicas en todo el valle con centro en Yucay; sin embargo en muestras amplias que incluyen las subrazas: Morado, Sacca, Amarillo, Huaya, etc., encontramos la siguiente frecuencia de colores:

Cuadro 1. Color de pericarpio-tusa y sus porcentajes

Pericarpio-tusa o coronta	Porcentaje %
Incoloro - Blanco	47,1
Rojo capa blanca - Blanco (AP^{cr})	9,1
Negro - Negro ($AP^{rr} P I r^{ch}$)	8,3
Incoloro - Rojo ($AP^{rr} P I r^{ch}$)	8,3
Rojo variegado - Rojo variegado (AP^{vv})	8,3
Rojo mosaico - Rojo mosaico (AP^{mo})	6,6
Rojo - Rojo (AP^{rr})	6,6
Rojo variegado - Rojo variegado (AP^{vv})	8,5
Marrón - Marrón ($A^{b'} P^{rr}$)	3,3
Marrón - Blanco ($A^{b'} P r^w$)	2,5
Marrón capa blanca - Marrón ($A^{b'} P^{cr}$)	1,7
Otras	0,8

♦ Características internas de la mazorca

El diámetro promedio de la mazorca es 57 mm (el mayor entre todas las razas peruanas); el diámetro de la tusa es 22 mm y el del raquis es de 13 mm (5).

2.3 Pedigree propuesto para las subrazas del maíz Gigante Cusco

Al esquema de las razas que Grobman y colaboradores proponen en su publicación sobre razas de maíz del Perú (5), como probables progenitoras del maíz Blanco Gigante Cusco, se ha adicionado las subrazas que se encuentran actualmente en cultivo en el Valle Sagrado. Cada una de ellas es cultivada en extensiones diversas en especial para el consumo familiar; pocas como el Amarillo y los Sacsas son para los mercados locales de acuerdo a la demanda; el primero para dedicarlo a la preparación de maná y de chicha, y los segundos porque son cotizados para su consumo en mote (maíz seco hervido).

Hay que anotar que son consideradas progenitoras y actualmente se encuentran en cultivo la raza Kully, el Confite Morocho y Karapampa que son de las más primitivas y habrían tenido en algún momento la introgresión de *Tripsacum australe*. Asimismo están Huancavelicano, Uchuquilla y Cusco actualmente en cultivo en diversas localidades de la sierra del país.



Foto 3. Subrazas de la raza Cusco Gigante.



Foto 4. Panti o Waccamolles en maíz gigante.



Foto 5. Plomo u Oqqe en maíz gigante.



Foto 6. Blanco Gigante y Confite Morocho.



Foto 7. Muestras de Mistura.



Foto 8. Rojo o Colorado.

```
graph TD
    Root[CUSCO GIGANTE] --> Cusco[CUSCO]
    Root --> Uchuquilla[Uchuquilla]
    Root --> Morado[MORADO, HUAYRA, etc.]
    Cusco --> Kcully[Kcully]
    Cusco --> Huancavelicano[Huancavelicano]
    Cusco --> Karapampa[Karapampa]
    Cusco --> Tripsacum[Tripsacum australe]
    Uchuquilla --> Chapalote[Chapalote]
    Uchuquilla --> Reventador[Reventador]
    Morado --> Blanco[BLANCO]
    Morado --> Amarillo[AMARILLO]
    Morado --> Chaminco[CHAMINCO]
    Morado --> Sacsas[SACSA]
    Pira[Pira] --- Clavo[Clavo]
    Clavo --- Cabuya[Cabuya]
    Cabuya --- Harinoso[Harinoso de 8 Hileras]
```

3

DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE PRODUCCIÓN DEL MAÍZ BLANCO GIGANTE CUSCO

ZONA DE PRODUCCIÓN EN EL CUSCO

La zona de producción del maíz Blanco Gigante Cusco está casi exclusivamente en el Valle del Urubamba o Valle Sagrado de los Incas, en el departamento y región Cusco, en las provincias Calca y Urubamba a una altitud entre los 2750 y 2950 msnm, a 13° 30' latitud sur y entre los 71° 45' y 72° 30' longitud oeste, tanto en el piso del valle como en las terrazas de origen aluvial y antropomórficas adyacentes y ambas márgenes del río Vilcanota, también en el piso de las pequeñas micro cuencas de muchos riachuelos afluentes. Esta zona se encuentra entre las localidades de San Salvador y Ollantaytambo, en el área conocida como Valle Sagrado de los Incas, abarca una extensión aproximada de 8500 ha.

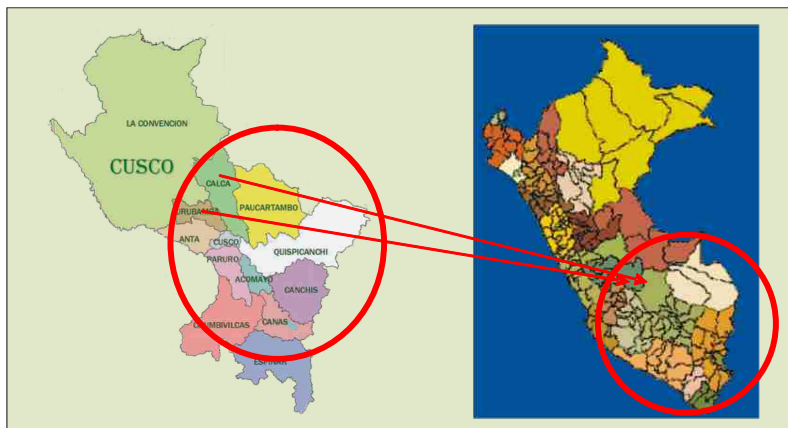


Gráfico 2. Provincias que cultivan maíz Blanco Urubamba o Blanco Gigante Cusco

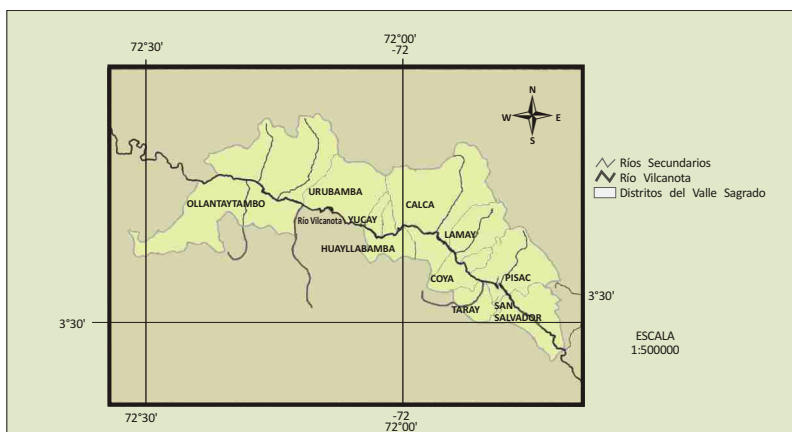


Gráfico 3. Distritos representativos del maíz Cusco Gigante - Valle Sagrado

3.1 Características del Valle Sagrado de los Incas

Las características predominantes del Valle Sagrado de los Incas son las siguientes:

- ♦ Se halla ubicado a ambos márgenes del río Vilcanota (Urubamba), hace un recorrido aproximado de este a oeste, en una longitud aproximada de 70 km entre Ollantaytambo y San Salvador, tiene un ancho que oscila entre 1 y 10 km aproximadamente.
- ♦ Altitud entre 2750 y 2950 m en el piso del valle
- ♦ Latitud sur de alrededor de 13° 30'
- ♦ Longitud oeste aproximadamente entre 71° 45' y 72° 30'
- ♦ El río hace su recorrido en el fondo del valle formado por dos “cadenas” de montañas con sus puntos más altos entre 800 y 1500 m.
- ♦ Pertenece a la zona de vida o formación vegetal “bosque seco Montano Bajo Subtropical” (bs-MBS) de acuerdo a la clasificación de L.R. Holdridge y de acuerdo a zonas de vida natural en el Perú de Joseph A. Tosi Jr.

El valle es más estrecho en las zonas de aguas arriba. En el margen derecho tiene numerosos afluentes con cursos de agua provenientes de nevados o zonas nivales (Chichón, Verónica, etc.) o de pequeñas lagunas receptoras del agua de los nevados y de las precipitaciones.

Los cerros del margen izquierdo casi en todo su recorrido son más áridos y con presencia de materiales calcáreos; son también escasas las fuentes de agua que bajan de sus zonas elevadas, que en promedio son menos altas que las del margen derecho.

Zonas de cultivo del maíz Blanco Urubamba o Blanco Gigante Cusco



Foto 9. Valle Sagrado: sector Yanahuara.



Foto 10. Valle Sagrado: Pisac - margen derecha.



Foto 11. Valle Sagrado : Taray - Pisac.



Foto 12. Valle Sagrado : San Salvador.



Foto 13. Valle Sagrado: Campo Experimental Taray.



Foto 14. Nevado La Verónica, encima de Ollantaytambo.



Foto 15. Zonas nivales del Chicón encima de Urubamba.



Foto 16. Lluvias en el Valle Sagrado.

- ♦ En el cuadro 2 se detalla los distritos productores de maíz de la raza Cusco Gigante con su altitud aproximada, ubicados en las provincias Calca y Urubamba.

Cuadro 2. Distritos productores de maíz Blanco Gigante Cusco.

Provincias			
Calca		Urubamba	
Distrito	Altitud (msnm)	Distrito	Altitud (msnm)
San Salvador	2 950	Huayllabamba	2 780
Pisac	2 930	Yucay	2 770
Taray	2 910	Urubamba	2 760
Coya,	2 850	Ollantaytambo	2 750
Lamay	2 830		
Calca	2 800		

El maíz Blanco Gigante Cusco se puede cultivar en zonas algo más altas y abrigadas, tales como en el valle sur del Cusco (Andahuaylillas, Lucre, Urcos, etc.), también en sectores de Apurímac (Abancay y Andahuaylas) y en otras zonas del país con altitudes entre 2 900 y 3 200 msnm, pero por las diferencias altitudinales, climáticas y ecológicas no puede obtenerse siempre el éxito deseado y los rendimientos no son del todo satisfactorios, además hay riesgo con el cultivo por el clima menos favorable por el peligro de heladas extemporáneas.

El maíz Blanco Gigante Cusco tiene su hábitat en el Valle de Urubamba en el Cusco, donde crece a una altitud promedio de 2 800 msnm, de Calca a Ollantaytambo (entre San Salvador y Primavera). Las poblaciones más productivas de este maíz se desarrollan en las vecindades de las localidades de Yucay y Urubamba.

Las condiciones del Valle Sagrado de los Incas son ideales para el crecimiento del maíz. Tiene días calurosos y noches frescas con temperaturas que no llegan al punto de congelación, disponibilidad de agua de riego, suelos desarrollados sobre material calcáreo con buena agregación, pH neutro, reportan una vegetación de malezas mayormente compuesta por leguminosas, como trébol dulce (*Melilotus officinalis*) y trébol carretilla (*Medicago hispida*). Son factores ambientales donde se ha originado la raza Cusco Gigante, una de las más evolucionadas de maíz. Con alta fertilización y poblaciones de 55 000 plantas/ha, algunos productores de las cercanías de Yucay llegan a rendimientos en grano cercanos a 10 t/ha con 14% de humedad.

En el departamento de Apurímac se cultiva también algo de maíz Blanco Cusco Gigante en altitudes comparables a las del Valle Sagrado de los Incas.

♦ Adaptación

El Valle Sagrado es la zona de adaptación preferente o hábitat natural de la variedad de maíz Blanco Urubamba; donde se logran los mejores rendimientos. El tamaño de las mazorcas y granos son extraordinarios y la calidad es incomparable por su color blanco y textura suave del endospermo. El ciclo vegetativo largo que lo caracteriza (cerca de nueve meses en campo), obliga a aprovechar con mucha eficiencia las características del clima referidos principalmente a la temperatura y precipitación. Las siembras se harán en la época oportuna, para no tener problemas fuertes de ataque de insectos o enfermedades del follaje, del sistema radicular, de las mazorcas y granos.

En otros ambientes o zonas y en el Valle Sagrado, las siembras adelantadas (“miska”) o atrasadas de cultivos hechos con el fin de obtener choclo, se apartan de las condiciones normales de su cultivo y como consecuencia de una deficiente adaptación a las mejores condiciones del clima, se presentan problemas por el ataque de insectos y enfermedades de mayor gravedad.

En zonas de mayor altitud el factor limitante es la baja temperatura, las heladas al final de la época de lluvias hacen que el período vegetativo se reduzca, lo que ocasiona rendimientos inferiores por un incompleto llenado de granos y mazorcas por lo que se tiene granos de mala calidad.

Las siembras en zonas algo más cálidas o se retrasa la siembra en el Valle Sagrado para lograr temperaturas superiores para cultivos para choclo, desde el inicio y durante el cultivo hay ataques de enfermedades foliares ya sea roya (*Puccinia sorghy*) o el tizón tardío (*Helminthosporium maydis*), en magnitud tal que dañan severamente las láminas foliares e interfieren la fotosíntesis. El cultivo no llega a completar normalmente su ciclo vegetativo por la presencia de los primeros fríos y como consecuencia se tiene cultivos de baja producción y con mala calidad de granos. Incrementa el ataque de insectos de la mazorca especialmente *Helicoverpa zea* produciendo considerables daños, merma del rendimiento y deterioro de la calidad de mazorcas y granos. También hay ataque de áfidos o pulgones (*Rhopalosiphum maydis*) con ataques en focos dispersos en algunas hojas del cultivo, si persisten condiciones climáticas aparentes (ausencia de lluvias, alta humedad ambiental y elevada temperatura para la zona), el ataque se amplía a mayor número de hojas cubiertas por insectos; en casos severos las hojas se encarrujan y propician el ataque secundario de *Fumagina*, un hongo que cubre sectores de las láminas foliares y compromete la

fotosíntesis causando mermas en el rendimiento y la disminución de la calidad del grano por llenado deficiente.

Daños por enfermedades foliares y el ataque muy severo de insectos mazorqueros son frecuentes en cultivos para choclo en otras zonas, la intensidad del daño es tal que muchas veces no se puede lograr una cosecha aceptable y económica.



Foto 17. Manchas foliares.

Merece una mención especial el ataque del “Puca poncho”, presente muchas veces en cultivos adelantados y/o en otras zonas algo más templadas. El agente causal hasta donde parece ser es el complejo espiroplasma - fitoplasma denominado mollicutes, transmitido por insectos picadores de follaje de la familia *Cicadelidae*, de la especie *Dalbulus*.

El daño del “Puca poncho”, generalmente es muy severo y tanto más nocivo cuanto más temprano se presente respecto al desarrollo de la planta. Inicialmente se hacen presentes manchas rojizas en las hojas, en estado avanzado del mal se tornan necróticas, comprometen todas las hojas, las cuales se vuelven pajizas y quebradizas. Muchas veces se ve esbozos de mazorcas casi en cada nudo del tallo. Las plantas atacadas llegan a morir, no hay producción, ocasionando la pérdida total de la

cosecha. El follaje o sea la chala se torna quebradiza, difícil de manipular y no es aceptada como alimento por el ganado.



Foto 18. Hojas con Puca Poncho.



Foto 19. Puca Poncho en planta adulta.

Todas estas razones negativas de cultivo extemporáneo o el cultivo en otros ambientes diferentes al Valle Sagrado de los Incas determinan cuando hay cosecha, que los granos sean de mala calidad y no aptos para obtener semilla. Estas razones hacen que los cultivos “forzados” en otras zonas, requieran de proveerse de semilla original del Valle Sagrado para cada campaña.

Los mejores rendimientos y la calidad extraordinaria se obtienen solamente cuando se cultiva en el Valle Sagrado el que se caracteriza por sus días calurosos, con temperaturas de hasta 23,6°C en octubre y no menores de 4°C en el lapso de desarrollo del cultivo (entre agosto y mayo), y una temperatura media de 14 a 15°C durante todo el año.

La mejor época de siembra está enmarcada entre el 15 de agosto y el 15 de setiembre. Siembras adelantadas aún en la misma zona presentan cultivos con problemas de ataques de enfermedades foliares producidas por hongos y muchas veces también por mollicutes que interfieren o anulan la producción. Siembras posteriores son muy fuertemente atacadas también por enfermedades fungosas y por insectos sean

gusanos de la mazorca, cortadores de follaje, pulgones entre otros, ocasionando que la producción sea fuertemente disminuida en cantidad y calidad.

La floración llega a los 120 días de la siembra. El período entre floración y maduración es de 120 a 150 días. El llenado del grano se inicia a los 45 días de la floración (3) y el máximo peso y la madurez fisiológica se alcanza a los 135 días con granos de 19 % de humedad; es bastante mayor en 50 días al reportado para maíz. La madurez fisiológica sería una característica fisiológica influenciada por la variedad, sobre ella actúan las condiciones ambientales muy particulares del Valle Sagrado donde las temperaturas promedio están en 14,57°C, la máxima promedio en 22,3°C y la mínima promedio en 6,3°C.

3.2 Diferencias entre el Valle Sagrado de los Incas y el Valle del Cusco

♦ Valle Sagrado

Durante el ciclo vegetativo, es decir entre setiembre y abril la humedad relativa es baja y oscila entre 60 y 72 %. Hay 5,42 horas de sol al día (entre setiembre y abril), en 8 meses, es decir en 240 días el cultivo ha recibido aproximadamente 1300 horas de luz solar.

La temperatura máxima promedio diario es de 22,45°C, en 240 días llega a acumular 5388°C, es superior en 577°C al Valle del Cusco. La oscilación de temperatura entre los promedios mensuales máximo y mínimo es de 16,06°C (ver cuadro 3).

La precipitación total anual es de 486 mm y la evapotranspiración potencial es de 1545 mm anuales. Hay una notoria deficiencia de humedad, el clima es bastante seco, con un déficit hídrico de 1060 mm (ver cuadro 31).

♦ Valle del Cusco

Durante el ciclo vegetativo del maíz, entre setiembre y abril solo hay 5 horas de sol al día en 8 meses o en 240 días el cultivo ha recibido 1200 horas de sol. El período entre floración y maduración para los maíces del Valle del Cusco es de 100 días para Piscorunto y para Cusco Cristalino Amarillo (Quevedo W. S, 2004).

La temperatura máxima promedio diario es de 20,13°C, en 240 días llega a acumular 4831°C. La oscilación de temperatura entre promedios mensuales máximo y mínimo es de 16,6 °C.

La precipitación total anual es de 661 mm, (175 mm mayor que en el Valle Sagrado). La evapotranspiración potencial es de 1470 mm anuales. La deficiencia de humedad no es significativa. La Evapotranspiración es mayor en el Valle Sagrado (ver cuadro 33).

Cuadro 3. Comparación resumida de características climáticas-ecológicas, evapotranspiración del cultivo y demanda de agua en m³/ha.

Características	Valle Sagrado	Valle del Cusco
Altitud promedio (msnm)	2 700	3 200
Piso altitudinal	Montano bajo	Montano
Temperatura máxima (°C)	22,4	19,5
Temperatura mínima (°C)	6,3	4,98
Temperatura media (°C)	14,5	11,6
Oscilación (°C)	15,1	16,6
Acumulación calor/año (°C)	5 388	4 831
Humedad relativa (%)	64,8	57,88
Precipitación anual (mm)	487,7	661,25
Provincia de humedad	Semiárido	Sub húmedo
Horas de sol al día (promedio anual)	6,26	5,98
Horas de sol al día (entre setiembre y abril)	5,42	5
Horas de sol anual	2 255	2 156
Evapotranspiración anual (mm)	1 677	1 390
Relación de evapotranspiración	3,45	2,10
Formación vegetal o zona de vida natural	bs -MBS *	bh - M**
Evapotranspiración del cultivo (mm)	Maíz Blanco Gigante 803	Maíz Blanco Cusco 563
Demanda de agua (m ³ / ha) (x)	7 447	6 544

♦ * bs -MBS: bosque seco - Montano Bajo Subtropical

♦ ** bh - M: bosque húmedo - Montano

♦ (x) La demanda de agua se ha calculado mediante la fórmula de WPRS, ver cuadros 5 y 6.

El Valle Sagrado de los Incas es 500m más bajo que el Valle del Cusco, su temperatura es algo menor, asimismo la precipitación es menor, es semiárido, tiene mayor número de horas de luz solar al día, tiene mayor evapotranspiración y mayor relación de evapotranspiración. La evapotranspiración de cultivo para el maíz Blanco Gigante del Cusco es mayor, tiene mayor demanda de agua para el cultivo de maíz.

El Valle Sagrado tiene noches frías sin llegar a 0 °C y días calurosos durante la época de desarrollo del maíz (setiembre a abril). Para satisfacer los requerimientos de agua normalmente se cuenta con suficiente agua de riego. En el Valle del Cusco son tres meses de secas con la temperatura mínima bajo 0 °C.

3.3 Cualidades exclusivas del Maíz Blanco Gigante Cusco

Brieger y Blumenschein (1), investigadores extranjeros dicen respecto al origen del maíz Blanco del Cusco lo siguiente: “El maíz de Cusco merece una mención especial no solo por representar la base de una producción agrícola amplia, sino porque permitió que los incas iniciaran su expansión y la fundación de su imperio y también por tratarse de una selección muy especial hecha por esos indígenas que transformaron un maíz con espigas de solo 8 hileras en una forma sumamente productiva aumentando extremadamente el tamaño de cada grano. Esta tentativa no fue ejecutada con éxito por ningún otro pueblo indígena ni por los agricultores modernos”.

3.4 Mejoramiento genético

Las variedades Blanco Urubamba y Amarillo Calca (raza Cusco Gigante) muestran adaptación muy restringida a ambientes específicos donde alcanzan rendimientos muy altos de 10 a 11 t/ha, pero exhiben una baja notable en su rendimiento cuando se cultivan en ambientes diferentes donde solo llegaron de 3 t/ha a 4,5 t/ha.

- 1) Entendiéndose como índice de grano la cantidad de grano producido por hectárea/día, el Blanco Gigante Cusco tiene un índice de 41,20 kg/ha/día tomando una producción de 9889 kg/ha en 240 días de ciclo vegetativo (Quevedo W. S. estudio de fertilización en Blanco Gigante 2001) y varió entre 65,93 y 82,40 kg/ha/día desde el período de floración a maduración. El lapso de duración del área foliar después de la floración (DAF) oscila entre 150 y 120 días.
- 2) El maíz Blanco Urubamba o Blanco Gigante Cusco cultivado en zonas que no sean el Valle Sagrado disminuye su rendimiento (15). Se hizo un estudio de estabilidad partiendo de una población de maíz Blanco Gigante (Blanco Urubamba) sembrando lotes aislados en Urubamba, Huaraz (Callejón de Huaylas), Junín (Mantaro) y Ayacucho durante dos generaciones. Posteriormente, al probarse en Urubamba las poblaciones procedentes de las diferentes localidades y años, se comprobó que los cultivos en Urubamba (población original, 1^{ra} y 2^{da} generación) fueron superiores a las generaciones producidas en las otras localidades. Aparentemente también las segundas generaciones en cada localidad fueron inferiores estadísticamente a la primera generación. Esta investigación aparentemente permitió concluir que el cultivo con más éxito se obtendrá con esta variedad en otras zonas, cambiando anualmente de semilla con material procedente del Valle Sagrado de los Incas.
- 3) En un estudio de comportamiento de variedades a la selección (25), el maíz Compuesto PMC 561 tuvo 3,8 % de incremento del rendimiento en tres ciclos,

debido a que existe suficiente variancia genética aditiva. El maíz de la raza Cusco Gigante no sigue la misma tendencia. En 5 y 4 ciclos de selección respectivamente de las variedades Blanco Urubamba y Amarillo Calca (raza Cusco Gigante) disminuyó el rendimiento a partir del tercer ciclo. Esto junto a la escasa variabilidad para algunas características de grano y mazorca, hicieron pensar que la variancia genética aditiva no sería suficiente para obtener ganancias con selección masal, evidencia que se encontró al probar progenies de medios hermanos.

Aplicando métodos de selección masal y mazorca hilera modificada en la variedad Blanco Gigante Cusco no se obtuvo ganancias por selección pese a existir variabilidad y diferencias entre progenies de medios hermanos. La efectividad de estos métodos de selección recurrente se basa en la utilización de efectos genéticos aditivos, por eso fue necesario hacer un estudio para investigar sobre la magnitud de esta variancia.

- 4) En el trabajo hecho por Salhuana, Quevedo y Sevilla (23), se aplicó la metodología de Robinson y Comstok o Diseño de Carolina del Norte para estimar las variancias aditiva y de dominancia. La variancia aditiva normalmente es la más importante para rendimiento en la mayoría de los casos en distintas poblaciones. Las características de rendimiento y longitud de mazorca mostraron una variancia aditiva muy pequeña, lo cual explica el poco éxito en los trabajos anteriores de selección y se concluye que el método de mejoramiento más adecuado en esta variedad debe ser alguna forma de hibridación.
- 5) En 1971 Quevedo (14) presenta en el I CONIAP el resultado de un trabajo de selección y cruzamientos múltiples para la formación de la variedad sintética prolífica del Blanco Urubamba; partiendo de una población con 0,25 % de plantas prolíficas (con dos mazorcas por planta), se comenzó con una selección individual, a la que siguieron tres generaciones de autofecundación con selección y una de recombinación entre las 21 líneas selectas y sobresalientes S3 para obtener una población sintética con 54,8 % de plantas prolíficas.

Fue notorio observar a muchas líneas endocriadas (desde la primera a la tercera generación de autofecundación) manteniendo su altura de planta, tamaño de mazorca, productividad y vigor general, similar a la población original; lo que no sucede con otras variedades de maíz de la sierra, todas las líneas pierden rápidamente el vigor y productividad.

- 6) En un estudio de las correlaciones del rendimiento con características de la variedad amarillo Calca de la raza Cusco Gigante (16), se determinó que la contribución al rendimiento es alta para número de mazorcas por planta y diámetro del primer entrenudo. Tienen mediana contribución la longitud de la hoja de la mazorca y el número de hojas por planta. En cambio mostraron una asociación negativa la altura de planta y de mazorca, el número de hojas encima de la mazorca y el ancho de la hoja de la mazorca.

- 7) Las cosechas de maíz Blanco Gigante Cusco normales o típicas (donde no se ha extremado la selección por color de granos y mazorcas) muestran determinados porcentajes de mazorcas y granos coloreados (Saccca, Rojo, Morado, Chaminco, Huayra, etc.) debido a que la raza tiene estos componentes en su constitución genética. En cambio la raza Cusco no presenta los colores del maíz Morado, tampoco granos con pericarpio rojo y tusa púrpura o rojo, ni los maíces de pericarpio color chocolate o “Huayra”.

En salvaguarda de la integridad genética del germoplasma peruano de los maíces amiláceos de altura se considera necesario hacer una comparación sintetizada de las principales características de los dos maíces blancos de la zona de Cusco cuyos granos semejantes son amiláceos, sumamente grandes y pueden confundirse con facilidad.



Foto 20. Maíz raza Cusco: mazorca típica.



Foto 21. Maíz Tunicado.



Foto 22. Maíces razas: Kully, Confite, Puntigudo y Morocho.



Foto 23. Maíz raza Pisccoruntu.



Foto 24. Maíz raza Chullpi.



Foto 25. Maíces raza Granada.

Cuadro 4. Resumen de características de las razas de maíz Blanco Cusco y Gigante Cusco.

Característica	Blanco Cusco	Gigante Cusco
Altitud del área de cultivo (m)	2 400 a 3 350	2 650 a 3 000
Adaptación en el Perú	Cusco, Cajamarca, Junín, Huancavelica, Ancash, y toda la sierra del Perú	Cusco, Valle Sagrado o Urubamba preferentemente, también en algunos lugares del Valle del Cusco, en Apurímac: Abancay y Andahuaylas
Área cultivable/cultivada (Aprox.)	100 000 ha	6 000 a 7 000 ha
Altura de planta (cm)	160	200
N° de hojas	13	10
Hojas encima de mazorca	7	5
Longitud del grano en mm	15,4	20,2
Ancho del grano en mm	13,2	16,2
Espesor del grano en mm	5,4	6
Forma de mazorca	Cilindro - cónica	Elipsoidal
Días a floración masculina	120 a 130	133 a 140
Color de pericarpio	Blanco, rojo a variegado, y otros colores	Incoloro, rojo, guinda oscuro, marrón, mosaico, variegado, morado o púrpura
Endospermo	Blanco harinoso	Blanco harinoso
Tusa o coronta	Color blanco	Colores blanco, rojo, guinda, marrón, morado

Cuadro 5. Características morfológicas del maíz Blanco Gigante Cusco (promedio y límites).

	PLANTA						
	Altura		Número de hojas		Hojas		Nº
	Planta (m)	Mazorca (m)	Total	Encima de mazorca	Largo (cm)	Ancho (cm)	Mazorcas por planta
Promedio	2	0 9	12	6	77	7 5	1
Máximo	2 4	1 3	15	7	95	10	3
Mínimo	1 4	0 5	9	5	59	5	0

	MAZORCA				GRANOS			
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Número hileras	Nº Granos por hilera	Peso de 100 granos	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
Promedio	16	6,4	8	20	130	2	1,7	0,7
Máximo	20	7	10	27	150	2,7	2,1	0,9
Mínimo	12	5,8	8	16	110	1,3	1,3	0,6

" Adaptado del Manual de Maíz Blanco" ICE: Valdez A., y Sevilla R, Lima 1986 (29)

* Si las características están fuera de los límites, se consideran fuera de tipo o variedad.

3.5 Subrazas del maíz Gigante Cusco

Además del maíz **Blanco Gigante Cusco** que actualmente es la subraza más importante económicamente y la de mayor difusión en el Valle Sagrado, se tienen las siguientes:

♦ **Amarillo Gigante Cusco**

Aparentemente es una subraza en incipiente estado de formación. Tiene granos semi duros, con dimensiones de grano y mazorca similares a las del Blanco Gigante Cusco. Por el mercado restringido actualmente el área de su cultivo ha disminuido desde hace varios años por haber sido desplazado por el Blanco Gigante Cusco. Aparentemente el **Amarillo Gigante Cusco** está aún segregando y sería resultado del cruce de Cusco Gigante con Cusco Cristalino Amarillo.



Foto 26. Mazorcas típicas de Blanco Urubamba o Blanco Gigante.



Foto 27. Amarillo Calca o Amarillo Gigante.

♦ Saccsa

El nombre en quechua significa variegado. Difiere del Blanco Gigante, sus granos han sido seleccionados por una característica muy peculiar de tener el pericarpio con un diseño variegado de franjas rojas anchas en fondo blanco en el sentido de la mayor longitud. A veces se le llama también Saccsa peruanito, en alusión a la similitud con las franjas de la bandera peruana. Es muy apreciado para su consumo en mote o maíz seco hervido.



Foto 28. Saccsa.

♦ Chaminco

También conocida como Capulí, es una subraza de plantas de mediana altura, mazorcas grandes gruesas y voluminosas, aparentemente es algo más precoz a las anteriores, de mayor rango de adaptación, más rústica y menos exigente a condiciones de suelo, requerimiento de agua y época de siembra, mayor tolerancia a Roya y Helminthosporium y al ataque de insectos de la mazorca.



Foto 29. Chaminco.

Los granos de este maíz tienen el pericarpio rojo con ápice amarillento o capa blanca, la coronta o tusa es blanca. Los granos son de forma y dimensiones similares a los del blanco, tienen el endospermo blanco harinoso suave. Es muy cotizado para la elaboración de chicha y para consumo en mote.

♦ Morado Cusco

Son selecciones de Cusco Gigante para plantas de color morado, pericarpio color negro o morado y a veces con aleurona morada $A_1 A_2 B P I r^{ch}$ y que crecen en el valle del Vilcanota y en algunos predios de altitudes intermedias de la sierra.



Foto 30. Muestras de Kully, Negro o Morado.

Al menos 6 de los 10 cromosomas (cromosomas 2, 3, 5, 6, 9 y 10) estarían involucrados en las combinaciones de color en esta subraza, indicando la amplitud de diferenciación genética del tipo original de Cusco Gigante. Tal diferenciación parece haber sido la base para la selección del Morado que ha originado plantas de pericarpio negro y morado, las cuales además exhiben o muestran la característica de una sección en forma de estrella que tienen las mazorcas del Huancavelicano actual, producida por depresiones longitudinales muy prominentes entre las hileras de los granos. Es bueno recalcar a su vez que este maíz deriva del Kully, que es la raza ancestral andina caracterizada por el color negro y morado.

El maíz Morado Cusco es empleado en la preparación de refrescos, chicha y como uno de los ingredientes de la mazamorra morada, a la que se añaden frutos desecados y que es muy popular especialmente en la costa. El maíz Morado Canteño, es una raza incipiente de la sierra de Lima derivada del Morado Cusco.

♦ **Huayra Cusco**

Es una subraza caracterizada por el pericarpio de color chocolate, polvo o sucio. El nombre Huayra se refiere en quechua a viento, implicando un color de polvo o sucio de los granos. Es poco frecuente, se presenta en proporciones bastante bajas en cultivos que no han sido sometidos a selecciones intensas para la producción de maíz blanco de exportación. Las mazorcas bastante buscadas son utilizadas en ritos ceremoniales costumbristas y religiosos en muchas poblaciones andinas.



Foto 31. Huayra.

La zona de cultivo del Valle Sagrado de los Incas, se encuentra ubicada entre la Cordillera Oriental y la zona de altas planicies. Tiene forma alargada y un sistema de drenaje por el río Vilcanota y sus afluentes, con un proceso de erosión aluvial donde hay fallas y pliegues hacia las partes altas y en sectores existen afloramientos litológicos de rocas metamórficas del Paleozoico.

Donde se ensancha el Valle Sagrado, hay erosión lateral formando terrazas amplias de origen aluvial; por estas situaciones presenta una cuenca en estado de madurez por la presencia de meandros entre San Salvador y Ollantaytambo. A partir de Ollantaytambo muestra caracteres de rejuvenecimiento debido a que el valle se encajona.

El Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente IMA (6), cita los trabajos del Instituto Geológico y Metalúrgico INGEMMET (1993), y de Carlotto (1994) respecto a la Geomorfología, e indica que el Valle Sagrado está ubicado en las formaciones siguientes:

1. Paleozoico Inferior con afloraciones rocosas en Huambutío (5 km antes de San Salvador) y en Lamay (Calca), constituidas por esquistos, cuarcitas, micaesquistos, y areniscas psamíticas donde han determinado tres secuencias:
 - a) Una con predominio de cuarcitas duras de color blanco a blanco amarillento y donde no hay fósiles.
 - b) La segunda formada por areniscas psamíticas, esquistos y cuarcitas que contiene fósiles.
 - c) La tercera formada por esquistos azulados mezclados con cuarcitas y en la parte superior pasan a lutitas micáceas.
2. Cuaternario Aluvial constituido por depósitos aluviales y terrazas en muchos lugares totalmente cubiertas y están formadas por cantos rodados con matriz arenosa y también con capas de arena.

La cuenca está fuertemente tectonizada por fallas y pliegues; se presentan deslizamientos, inundaciones y aludes.

Son dos las zonas de riesgo por aludes de glaciares: Sibinacocha (alturas del río Salcca) y Chicón (Urubamba) debido a la desglaciación acentuada paulatinamente por el efecto invernadero como consecuencia del calentamiento global producto de la contaminación ambiental.

Por otra parte, el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA) considera necesaria la regulación de la cuenca con agua de las lagunas de las partes altas, tal es el caso de la laguna de Sibinacocha en el sector del río Salcca (Canchis) que es afluente del río Vilcanota.

El principal recurso hídrico del Valle Sagrado lo constituye el río Vilcanota, para muchos autores cambia de nombre a Urubamba a partir de la población de Urubamba. Su origen está entre la Cordillera Oriental y planicies alto andinas de La Raya. El río Vilcanota y sus afluentes son usados en actividades domésticas y económicas, tomándose en cuenta para esto su calidad, disponibilidad y accesibilidad.

El río Vilcanota no es usado en toda su magnitud, pese a su alta disponibilidad y mediana calidad de agua para diversos fines por razones de inaccesibilidad significando altos costos para la extracción del recurso hídrico sobre todo para actividades agrícolas y domésticas. Últimamente se ha implementado en varios predios, sistemas de extracción con bombas eléctricas, que significan una elevada inversión inicial por la adquisición de equipos, instalaciones eléctricas e implementos, pero con un costo de operación bastante menor al de bombas de motores petroleros o tractores, en especial si no se utilizan en “horas punta” de consumo de energía eléctrica. Es más empleado en el riego y en el consumo humano el agua de sus afluentes y los manantes.

La cuenca del río Vilcanota tiene forma alargada rectangular (6) caracterizando una red hídrica en disposición paralela y ramificación dendrítica formando ángulos agudos o rectos con el cauce principal. La disponibilidad hídrica cobra especial interés entre Pisac y Ollantaytambo por la presencia de glaciares y lagunas de origen morrénico (cursos de hielo o manchas de nieve en las altas montañas) por lo que el valle se ensancha.

Las descargas de agua son estacionales de noviembre a marzo, el río recarga por las precipitaciones y de ahí en adelante, entre abril a octubre se mantiene por las reservas de almacenamiento hídrico por los nevados, lagunas y acuíferos. El caudal medio oscila entre 256 m³/seg en febrero y 23,9 m³/seg en agosto.

Tiene numerosos afluentes de caudal permanente, en especial en la margen derecha. Los principales son: Chongo (Pisac), Ccochoc y Huarán (Calca), Chicón, Pumahuanca, Patacancha, Yanahuara (Urubamba), Rumira y Ollantaytambo en Ollantaytambo entre los principales.

En la margen izquierda hay menos fuentes de agua, las principales son: Taray, Unuraqui (Calca), Urquillos (Huayllabamba), Pomatales (Pachar), Primavera en Ollantaytambo.

Por otro lado hay áreas dispersas inundadas en Lamay, y Torochuaylla y Huachac en Yucay, Media Luna en Urubamba.

En varios sectores altos también existen lagunas como Yanacocha, en Huarán - Huayocary.

Entre los nevados los más destacados están Pitusiary en Calca, Chicón encima de Yuca y Urubamba y Verónica en Ollantaytambo.

La pendiente del río tiene 0,48 % en Huambutío y 0,06 % en Pachar y 0,45 % en Ollantaytambo; la velocidad de flujo oscila entre 1 m/seg en Pisac, 0,45 m/seg en Ollantaytambo y 1,42 m/seg en Pachar. En todo el tramo es de régimen turbulento por el incremento de caudal de los tributarios (entre abril y mayo).

El río presenta materiales sólidos en suspensión y sedimentos en el fondo, son indicadores del grado de deterioro ambiental. Se ha detectado (Tesis de Velásquez 1991) un volumen de arrastre de sólidos de fondo que varía entre 4,2 y 9,8 t/ha/año. Siendo las pérdidas permisibles de 1,5 t/ha/año para suelos livianos poco profundos y de escasa pendiente y de 12,15 t/año para suelos francos medianamente profundos y de pendiente mediana. Según la escala WRI (1986), las pérdidas de suelos se equilibran con una tasa anual de erosión de 0,5 a 2 t/ha/año. Las muestras halladas indican que no existe un “equilibrio erosivo”; es decir, la cuenca del Vilcanota está dentro de los límites permisibles de erosión y por debajo de los límites de erosión en el Perú, que están en 15 toneladas (el doble de América Latina).

Cabe mencionar el efecto negativo producido en el río Vilcanota por la descarga en el margen izquierdo del río Huatanay, de las aguas servidas y residuos sólidos procedentes de la ciudad del Cusco ocasionando la contaminación más severa antes de la localidad de Huambutío.

El río Vilcanota transporta materiales sólidos totales, son mayores las cantidades de arrastre de fondo donde las pendientes son mayores, casi nula en la parte baja; aunque es de mayor importancia el transporte de sólidos en suspensión. Un indicador importante del arrastre de sólidos es la acumulación de hormigón especialmente en Pisac, Coya y Lamay.

5.1 Uso del agua en la agricultura

La agricultura aprovecha parcialmente el recurso hídrico de la cuenca del río Vilcanota y de sus afluentes en el riego de los diversos cultivos mediante diversa infraestructura de riego, ya sea moderna, inca o pre inca. Hay sectores donde aún se aprovecha los canales antiguos para la conducción, distribución y aplicación del riego con agua proveniente de los nevados y lagunas de las altas montañas.

De acuerdo al estudio hecho por GPER INKA y otras instituciones, la dotación y el volumen de riego aplicado varía con las costumbres, nivel tecnológico, el clima y estado de desarrollo de los cultivos. La información obtenida contiene datos para dos etapas de cultivo. Para el riego de machaco o remojo utilizan entre 547 y 1198 m³/ha; para el riego de mantenimiento del cultivo se aplica entre 600 y 2 160 m³/ha (promedio total 2 248 m³/ha).

Por otro lado hacen mención a que en el Valle Sagrado se riegan 6 658 hectáreas. El estudio indica que en el Valle Sagrado mediante las principales irrigaciones, se ha manejado 3 717 litros/seg para 2 720 hectáreas y ha favorecido a 4 201 familias.

Los estudios indican asimismo el mal manejo del recurso hídrico, traducido en una baja eficiencia de riego sobre todo en la aplicación del agua, pues los niveles de eficiencia de conducción han mejorado con la intervención de diversos organismos en especial por el Plan MERIS y el IMA.

Este mal manejo se traduce en impactos ambientales de leves a severos dependiendo de las condiciones de los suelos, de su topografía y de la tecnología empleada en cada sector. La consecuencia inmediata del uso de cantidades excesivas de agua ocasiona pérdida paulatina de la capa arable por el arrastre y transporte del material fino del suelo, en la lixiviación y lavado de fertilizantes y nutrientes aplicados al suelo, en el arrastre de pesticidas, etc. Son pocos los sectores que utilizan cantidades más o menos adecuadas por hectárea debido a lo limitado del recurso hídrico disponible, no por el nivel tecnológico utilizado.

Se estima que la eficiencia en la aplicación del riego en el Valle Sagrado podría ser sólo de un 30 % a 40 %, el resto es agua que se aplica en exceso.

El maíz Blanco Gigante Cusco es exigente en agua, requiere cantidades apreciables para su desarrollo y para una producción adecuada (alrededor de 7 000 m³/ha). Será analizado en mayor detalle en el cuadro 31 (página 89), al ver las condiciones climáticas y el balance hídrico obtenido en base a los parámetros de temperatura, precipitación y el requerimiento del cultivo a través de las diversas etapas de su crecimiento.

5.2 Calidad de las aguas

La calidad de las aguas del río Vilcanota está dada (6) por sus características físico-químicas, biológicas y linológicas (contenido de fito y zooplancton), que cambian en el recorrido y durante el año. Estas características han sido determinadas por muestreos y estudios de aguas en época de estiaje (entre abril y junio).

Merecen ser mencionadas en el presente caso las siguientes características:

1. Turbidez

Determinada por la cantidad de sólidos totales en el agua y cuya concentración afecta la transmisión de la luz alterando la fotosíntesis y reduciendo la cantidad de oxígeno. Afecta el color, sabor y transparencia del agua. El río Vilcanota presenta valores bajos entre 3,3 y 5,5 UNT, aún para agua potable, que es de 5 unidades en estiaje.

2. Nitratos

Las concentraciones en época de secas están entre 0,165 mg/l y 0,25 mg/l que son permisibles. Pero en muestras en la época de lluvias suben 8 veces sobrepasando los límites permisibles (0,01 g/l) debido al arrastre de materiales diversos, como materia orgánica, restos de la actividad agropecuaria que favorecen la transformación del nitrógeno en nitratos en presencia de oxígeno, lo que puede provocar procesos de eutrofización.

3. Reacción o pH

Los valores oscilan en niveles de alcalinidad, probablemente debido a la presencia de rocas calizas y el vertido de detergentes. Varía entre 7,5 y 8,5, intervalo adecuado para el desarrollo del plancton. En época de lluvias hay un leve descenso sin salir de la alcalinidad, probablemente por la presencia de excretas y materiales orgánicos cuya descomposición provocan acidez.

4. Sólidos disueltos

Indican presencia de sulfatos, carbonatos, calcio, bicarbonatos, cloruros, fosfatos, magnesio, hierro entre otros, que actúan como parámetros de alcalinidad y dureza del agua. A medida que desciende el volumen del agua incrementan los sólidos disueltos llegando a sobrepasar los límites permisibles por la legislación peruana (1000 ppm) y aún para la OMS que es de 5 000 ppm. En época de lluvias estos valores incrementan notablemente porque las precipitaciones arrastran todas las sales solubles presentes en su curso, provocando el crecimiento de algas y causan efectos letales sobre los organismos acuáticos.

5. Sólidos suspendidos

Constituidos por fito y zooplancton, arcilla, limo, excretas, residuos de actividades agrícolas y domésticas, y por sedimentos de erosión. En todos los puntos muestreados a lo largo del río sobrepasan los límites permisibles, aunque en época de lluvias disminuyen los valores por el aumento del caudal.

6. Características microbiológicas

Referidas en especial a los gérmenes que pueden provocar infecciones del tipo Coli. La presencia de coliformes es alta y superior a los límites permisibles, cifras que incrementan en época de lluvias por el aumento de las descargas de aguas servidas a lo largo del río.

7. Análisis limnológico (Fito y Zooplancton)

La biomasa y el número de organismos está en relación directa con la velocidad del curso, profundidad, turbulencia, transparencia, presencia de nutrientes, temperatura, iluminación adecuada y concentración de oxígeno. Viene tomando importancia la presencia de determinadas especies de plancton para estimar los niveles de contaminación. Algunas especies indican eutrofización del río.

Las aguas del río Vilcanota presentan una auto depuración rápida de las sustancias orgánicas debido a que el río es un receptor de alto volumen de agua con grandes concentraciones de oxígeno, es de una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) inferior a 4 ppm por la turbulencia y la pendiente. La dilución, la sedimentación y la luz solar permiten biodegradar las sustancias orgánicas vertidas y reciclarlas, pero estas reacciones se traducen en consumo de oxígeno. La presencia de coliformes fecales permite identificar puntos donde el agua no es apta para el contacto corporal.

5.3 Principales agentes de contaminación

- ♦ Alto contenido de materia orgánica de los lodos y los agentes infecciosos provenientes del río Huatanay.
- ♦ Las aguas residuales evacuadas por las poblaciones y los desechos sólidos.
- ♦ Nutrientes vegetales referidos a fosfatos y nitratos vertidos que promueven el crecimiento de vegetación acuática, en especial en zonas de escasa velocidad dando al agua olor y sabor desagradables.
- ♦ **Sintéticos químicos.** Los agroquímicos excedentes son tóxicos aún en pequeñas cantidades por su efecto acumulativo. En caso de ser de origen mineral alteran el pH, tienen efectos corrosivos, elevan la dureza y son de efectos nocivos para las formas biológicas de los sistemas acuáticos.
- ♦ **Material de sedimentos.** Proviene de erosión, de aguas residuales urbanas, de extracción de material del cauce. Dificultan bombeo del agua a las plantas de tratamiento de agua de consumo y en la infraestructura de riego.
- ♦ **Desechos sólidos.** Están constituidos por papeles, materiales metálicos, plásticos, maderas, materiales no degradables etc. Son los elementos que producen el mayor deterioro ambiental y de la calidad del agua.
- ♦ **Detergentes.** Son resistentes a la biodegradación, pueden persistir en el agua disminuyendo la tensión superficial afectando el intercambio gaseoso, lo cual afecta la población planctónica y de peces.

5.4 Conclusiones

1. El oxígeno disuelto está por encima del límite permisible a lo cual contribuyen los afluentes pese al vertido de aguas servidas. Se debe tratar de mantener alto el contenido de oxígeno, lo cual favorece la biodegradación de los materiales orgánicos.
2. La turbidez es alta en época de lluvias y mayor a los límites permisibles, también contribuyen los tributarios. Deberá tenderse a implantar medidas de control de la erosión en el río Vilcanota y sus afluentes.
3. Los nitratos contribuyen a la eutrofización, están presentes todo el año encima de parámetros permisibles, originados por las actividades agrícola-pecuarias. Se deberá capacitar a los productores a causar el mínimo de contaminación.
4. Los sólidos disueltos también están por encima de los límites permisibles y con tendencia al incremento. Se deberá capacitar en las poblaciones a evitar el aumento de la contaminación así como buscar y aplicar medidas que la disminuyan.
5. Los sólidos suspendidos en el Vilcanota sobrepasan los límites permisibles en la época de estiaje, no en la estación lluviosa.
6. La contaminación por coliformes sobrepasa los límites permisibles. Se necesita tomar medidas a nivel de toda la cuenca y sus afluentes para contrarrestarla, para disminuir los problemas de salud en los pobladores, en especial de los infantes y ancianos.
7. El fitoplancton como indicador de contaminación está presente en algunas áreas, indicaría procesos de eutrofización y contaminación en especial donde hay aguas detenidas después de algunas poblaciones, así también antes de Pisac, de Calca, de Urubamba y Ollantaytambo.
8. Las actividades que generan mayor impacto en la contaminación y en el deterioro de las aguas son las actividades de uso doméstico, mediante el vertido de las aguas servidas sin ningún tratamiento a los cursos de agua. Los agentes contaminantes de mayor resistencia a la biodegradación son los detergentes, los desechos sólidos (metales, plásticos, vidrios, latas, etc.), los materiales sintéticos y los productos químicos de origen mineral.

Estas situaciones hacen que se recomiende la implementación y operación de sistemas de tratamiento de las aguas negras y desechos antes de verterlos al Vilcanota y sus afluentes.

El Valle Sagrado tiene el relieve plano a ligeramente inclinado, con una pendiente promedio a lo largo del río, de 0,27 % entre Huambutío (al inicio del valle y a 15 km de San Salvador), y Ollantaytambo al final del valle (13).

Los suelos del piso del valle son superficiales a medianamente profundos, de textura media (franco-arcillosa a franco-areno-arcillosa y franco-limosa), con drenaje medio o bueno. Presentan áreas pequeñas y dispersas de sectores con mal drenaje, otras veces pedregosos, con afloraciones salinas y encharcamientos.

Los suelos de los andenes o terrazas artificiales son de mejores características físico-químicas, profundos, de buen drenaje, con subsuelo arenoso y superficie de textura franca, estructura friable con agregados más o menos estables donde mantiene el contenido de materia orgánica.

En general son escasas las medidas adicionales de manejo por aplicar para el mantenimiento de las características de fertilidad natural del suelo y el control de la erosión.

6.1 Clasificación de las tierras por su capacidad de uso mayor

La capacidad de uso es la aptitud natural de los suelos para producir en forma constante bajo tratamientos continuos y usos específicos. El reglamento ajustado al Sistema de Clasificación de Tierras del Perú y referido al potencial de los suelos los califica en base a características ecológicas y edáficas, permite un ordenamiento sistemático que agrupa a los suelos para mostrar aspectos sobre los usos, problemas y limitaciones a fin de orientar las necesidades y prácticas adecuadas de manejo.

En el piso del Valle Sagrado se tienen los siguientes grupos de uso mayor de las tierras:

- ♦ **Tierras aptas para cultivos en limpio (A); clase de tierras de calidad agrologica media (A2) y subclase con limitaciones por clima (tierras antropogénicas de andenes o terrazas) (A2c-a)**

A lo largo del valle, encontramos numerosas áreas no continuas que tienen terrenos de formación antropogénica, contruidos por los antiguos pobladores de la época incaica y quizá aún pre-inca, de fácil diferenciación entre ellas por el tipo de construcciones y el material de cantera o pétreo utilizado. Estos terrenos de andenes o terrazas tienen riego (que accede por acequias también antiguas) y una pendiente determinada, que oscila de 3 a 5 por mil hacia las zonas más bajas del valle y también una pendiente aproximada de 1 a 2 por mil del fondo hacia el borde de los andenes. Estas pendientes apropiadas para el riego tecnificado, permiten proteger los muros de contención de la erosión posible de producirse por algún desborde o escape del riego o por el exceso de precipitación en algún momento de la época de lluvias. Estos terrenos permiten una relación de armonía entre el suelo, la planta y el agua.

Como terrenos artificiales y aparentemente contruidos con una excelente tecnología hidráulica y agronómica, de acuerdo al grupo de uso mayor, están ubicados dentro de los suelos aptos para cultivos en limpio, (13) que son de calidad agrologica media (A), casi sin limitaciones de suelos y con ligeras limitaciones de clima. Estos requieren la remoción del suelo para los cultivos y para cada campaña agrícola; es decir se deben arar, rastrar y surcar. No presentan problemas especiales, requieren solamente prácticas apropiadas de manejo para mantener y mejorar la fertilidad natural.

El perfil de estos suelos es estratificado, tienen material de arena gruesa en la base, a la que siguen capas de material arenoso y de suelo franco, a franco-arenoso que proporcionan características muy buenas para la agricultura debido a su textura y estructura que permiten aeración y percolación adecuadas en todo el perfil y en especial en la rizósfera o capa del suelo donde debe desarrollar la mayor proporción del sistema radicular de los cultivos. Su pH o reacción es ligeramente alcalina a neutra. Los andenes o terrazas se hallan dispersos en diferentes lugares del valle; han sido contruidos en sentido longitudinal al curso del río y suben del piso del valle hacia las zonas altas, colinas y cerros en diferente número y son de diverso ancho y longitud de acuerdo a lo que permiten las condiciones topográficas y de pendiente.

Sin duda que han sido edificados para ampliar las áreas de cultivo teniendo en consideración en darles condiciones especiales de fertilidad, facilidades de manejo para la irrigación y cultivo intensivo a la vez de proteger los suelos de la erosión. Se estima que el área de terrenos de terrazas en el Valle Sagrado bordea las 2 000 ha entre San Salvador y Ollantaytambo.

♦ **Tierras aptas para cultivos en limpio (A); clase de tierras de calidad agrologica media (A2) y subclase con limitaciones por suelo y clima. (A2sc)**

Los suelos del piso del valle son de origen preferentemente aluvial y coluvial, de relieve con pendientes suaves, en general de buena capacidad de producción que permiten el uso de maquinaria agrícola sin mucha restricción.

Están formados por materiales recientes, son de escasa a mediana profundidad, de textura variable, desde pesados con permeabilidad lenta (arcillosos) hasta ligeros (arenosos de excesiva permeabilidad) pasando por las condiciones intermedias, generalmente tienen contenido relativamente alto de materiales calcáreos procedentes de las elevaciones de la margen izquierda y en sectores pequeños presentan áreas no continuas de suelos con incipientes a leves problemas de salinidad por el nivel próximo del río. Longitudinalmente tienen pendientes apropiadas para el manejo del agua de riego y con pendiente del cerro hacia el río Vilcanota.

Estos suelos son aptos para cultivos en limpio, son de buena capacidad agrológica, clase A; con escasos problemas de suelo y clima. Para mantener sus condiciones de fertilidad natural, se debe emplear prácticas simples y apropiadas de riego y control de erosión así como adiciones de material orgánico y fertilizantes.

En ambos grupos de suelos descritos se practica el mono cultivo es decir, no se hacen rotaciones de cultivos que incluyan leguminosas para mantener y mejorar el suelo como es lo aconsejable.

Pero naturalmente debido a que la variedad de maíz Blanco Gigante Cusco es oriunda de este valle, se ha generado una convivencia de este cultivo con algunas especies de leguminosas anuales, especialmente el trébol carretilla que hacen su incursión en los campos de maíz desde la época de floración del maíz y persisten hasta el final del cultivo.

Se estima que el trébol carretilla podría incorporar por lo menos 60 a 80 kg/ha de nitrógeno por los nódulos de las bacterias nitrificantes y además producir cerca de 20 t/ha de materia verde (4 a 5 de materia seca) que de algún modo es incorporada al suelo como materia orgánica en forma de estiércol luego que este pasto es consumido en la época de secas por vacunos u ovinos.

Los suelos aluviales y los de las terrazas artificiales o andenes son de fertilidad media Quevedo W. (17,18), por las características determinadas por análisis químicos de suelos y cuyos resultados han sido publicados en el Boletín Técnico N° 78 (1973) MINAG, Estación Experimental Agraria La Molina, de la Dirección General de Investigación Agraria y por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) y con referencias en el curso de fertilidad de los suelos y fertilizantes (30).

Cuadro 6. Características químicas promedio de los suelos del Valle Sagrado.

Característica	Unidad	Niveles	Calificación o contenido
Reacción	pH	7 a 7,6	Neutro a ligeramente alcalino
Materia orgánica	%	0, a 0,2	Bajo a medio
Nitrógeno	%	0,05 a 0,01	Bajo
Fósforo	ppm	4 a 6	Bajo
Potasio	ppm	200 a 260	Bajo a medio
Conductividad eléctrica	Mmhs/cm	< 4	Normal

Se observa que las condiciones de acidez (neutro a ligeramente alcalino) son apropiadas para el cultivo del maíz, son pobres en materia orgánica, nitrógeno y fósforo y de contenido medio a bajo de potasio. Generalmente no hay problemas de salinidad. Estas condiciones obligarían al empleo de adiciones anuales y regulares de materia orgánica y de fertilizantes minerales balanceados para la obtención de rendimientos económicos y continuados de los cultivos como los que se acostumbra en el valle.

7.1 Características climáticas generales

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas y telúricas características a una región y está dado por la combinación de valores de diversos factores como la latitud, altitud, temperatura, precipitación, humedad relativa, presión atmosférica, vientos, nubosidad, horas de sol, etc., que persisten en un lugar y tiempo determinado.

♦ Temperatura

En lo referente a la temperatura, en el valle predomina el clima templado frío durante todo el año, con una temperatura promedio de 14,5 °C, que es algo mayor entre los meses de agosto y abril, mientras que es más baja entre mayo y julio. Las temperaturas más “agradables” coinciden con la época del año en que el cultivo del maíz está en el campo. La temperatura mínima no llega a 0 °C y se puede decir que no se presentan heladas; la máxima está alrededor de 22 °C.

♦ Precipitaciones

Las precipitaciones no llegan a 500 mm al año, están presentes en mayor volumen y frecuencia entre los meses de diciembre y marzo. Es indispensable regar entre setiembre y diciembre para suplementar el requerimiento del maíz, también en abril. En agosto las precipitaciones son esporádicas, desde este mes aumentan hasta enero; pasan los 100 mm al mes y luego disminuyen hasta mayo y junio, donde hay menos de 10 mm mensuales. La ausencia de lluvias coincide con la época en que el maíz ya no está en desarrollo, pues en mayo está terminando la maduración y en agosto empieza la siembra de la siguiente campaña. No son frecuentes las granizadas, pero a veces se presentan en forma localizada en sectores pequeños.

7.2 Características ecológicas

De acuerdo al sistema de clasificación de formaciones del mundo de L.R. Holdridge y a la memoria explicativa sobre el mapa ecológico del Perú de Joseph A. Tosi Jr. y de la ONREN (8, 27) la zona del Valle Sagrado se encuentra comprendida en la siguiente zona de vida o formación vegetal: **bosque seco Montano Bajo Sub Tropical (bs - MBST)** de acuerdo al cuadro 7.

Cuadro 7. Características ecológicas del Valle Sagrado de los Incas.

Altitud (msnm)	2650 a 2950
Latitud sur	13° 30' - 13° 16'
Temperatura media (°C)*	22,4
Precipitación total anual (mm) *	487,7
Evapotranspiración total anual (mm) *	1667
Humedad relativa (%) *	64,8
Relación de evapotranspiración	3,14

* Promedios de datos de 11 años registrados por SENAMHI

Siendo la relación de evapotranspiración (evapotranspiración potencial/precipitación) bastante mayor que la unidad, queda establecido que la precipitación no satisface la demanda total de agua y para lograr que los cultivos desarrollen y completen su ciclo vegetativo normal de la siembra a cosecha, es necesaria la irrigación suplementaria oportuna y en cantidad suficiente de acuerdo al tipo y edad del cultivo y a las características de temperatura y precipitación de cada año agrícola.

El conocimiento de estas etapas o fases permite explicar las razones por la cuales se ejecutan las labores agrícolas y la mejor oportunidad de su realización. El ciclo vegetativo del maíz comienza cuando ponemos la semilla en contacto con el suelo y continúa hasta la cosecha cuando el grano está maduro y casi seco (o está en estado aparente para su consumo en fresco como choclo, en cultivos para tal finalidad).

Cuadro 8. Desarrollo y estados fenológicos del maíz Blanco Gigante Cusco.

Mes de desarrollo	Etapas de desarrollo	Estados fenológicos	Fechas (+)	Días de la siembra	Días de la floración masculina
0	Siembra	Siembra	05 setiembre	0	
	Emergencia (brotamiento)	Emergencia	20 setiembre	15	
2	Primer aporque		10 octubre	40	
2	Segundo aporque		20 octubre	50 a 60	
	Crecimiento		20 noviembre	75	
3	Aparición de inflorescencia masculina	Panojamiento	30 noviembre a 10 diciembre	85 a 95 (90)	
4	Floración masculina 50 % con polen	Polinización	20 diciembre a 10 enero	95 a 130 (120)	0
4	Floración femenina 50 % con estigmas	"En muñeca" **	25 diciembre a 15 enero	100 a 125 (123)	5 a 10
5	Inicio de desarrollo de granos		05 enero a 15 enero	110 a 125	20 a 30
6	Desarrollo de granos		Febrero	130 a 155	30 a 60
7	Llenado de granos		Marzo	160 a 185	60 a 90
7	Madurez fisiológica		Abril	195 a 210	100 a 115
8	Maduración	Maduración	Mayo	200 a 240	115 a 130
9	Secado y cosecha	Cosecha	Junio	240 a 270	140 a 150
	Secado en tendal, desgrane, selección, procesamiento 30 a 60 días		Junio - Julio		

Adaptado de: Fenología Agrícola. Manual Técnico N° 6 – INIPA, 1985

+ Las fechas pueden adelantarse, comenzando entre el 15 y 20 de agosto

** Inicio de formación de mazorcas

En términos generales se puede considerar 6 etapas bastante bien definidas.

- ♦ **Fase I: De la siembra o establecimiento de la plantación**

Empieza cuando el grano o semilla es sembrada en suelo con humedad adecuada y después de absorber agua se hincha, luego ocurren cambios químicos y fisiológicos en su interior provocando la germinación

- ♦ **Fase II: De la germinación y desarrollo de la planta**

La humedad y temperatura del suelo influyen en la germinación. En condiciones adecuadas ocurre de los 7 a 10 días. Demora en condiciones de menor temperatura y/o con humedad insuficiente. Los brotes y plántulas en el inicio de esta etapa están expuestos al ataque de insectos y enfermedades, hay mayor probabilidad de daños si se prolonga del período normal. Los ataques pueden ocasionar daños irreversibles en la densidad poblacional.

- ♦ **Fase III: Desarrollo vegetativo, hasta la aparición de la panoja**

Comprende desde la formación del sistema radicular principal y desarrollo de la estructura de la planta (tallos, hojas, estructura de las mazorcas) hasta la aparición de la panoja. El sistema radicular desarrolla en profundidad y lateralmente en forma rápida y aprovecha la capa arable para la extracción de nutrientes. Los entrenudos se alargan y en los nudos inferiores brotan las raíces adventicias que ramifican con rapidez al penetrar en el suelo. Estas raíces dan mayor sostén y estabilidad a la planta y contribuyen a la absorción de agua y nutrientes.

Al final de esta etapa las hojas y el crecimiento de la planta llegan al máximo. Esta etapa se caracteriza por la demanda continuada de agua y nutrientes.

La velocidad de crecimiento está en relación directa a las temperaturas ambientales dentro de los términos climáticos adecuados (hasta 30 °C) y las bajas (menos de 5 °C) la reducen.

- ♦ **Fase IV: Inicio de la floración y fecundación**

El inicio de la floración es cuando comienza a verse el ápice de la panoja. Coincide cuando la planta tiene todas sus hojas, empieza a disminuir el ritmo de crecimiento de la planta y están presentes los primeros estigmas o barbas de las mazorcas. La duración de este periodo es de 15 a 20 días.

Normalmente el polen es liberado de 4 a 10 días antes de estar visibles los estigmas de la misma planta. La liberación del polen dura en promedio 6 a 8 días. Solamente

cerca del 3% del polen de una panoja cae en los estigmas y poliniza la misma planta. El 97% de granos de la mazorca son fecundados por polen de otras plantas.

Más o menos un mes antes, durante el período de floración y hasta la fecundación, es determinante que haya una temperatura elevada, asimismo debe haber una adecuada y continua provisión de agua y nutrientes en especial del nitrógeno, para pretender asegurar buenos rendimientos debido al alto requerimiento de los órganos que intervienen en los procesos de la producción en esta etapa del desarrollo. Es otra fase crítica de requerimiento de humedad suficiente en el suelo.

Durante esta fase y al inicio de las tres anteriores, el requerimiento de nitrógeno y los otros nutrientes y agua es elevado, la planta debe estar bien provista de ellos para un desarrollo normal y tener una alta posibilidad de lograr un buen rendimiento de grano.

Cualquier problema biótico o abiótico que afecte al polen y al esbozo de mazorca y granos afectará en forma irreversible al rendimiento.

♦ **Fase V: Desarrollo y maduración fisiológica del grano**

En esta etapa se inicia el desarrollo del grano y de la mazorca después de la fecundación. Todos los compuestos fotosintetizados son transformados en azúcares, almidones, proteínas, grasas y acumulados en el embrión y endospermo del grano.

También es otra fase crítica de requerimiento de humedad suficiente en el suelo. El cultivo no debe acusar falta de agua y la temperatura deber mantenerse sin fríos ni heladas para permitir un llenado normal de los granos en procura de buenos rendimientos.

Cuando los granos llegan a la madurez fisiológica muestran una capa negruzca en la unión del grano con el pedicelo. En este momento ya puede empezarse con la restricción del riego; también para este momento la época de lluvias está finalizando.

Este período es más o menos estable en duración, en el Blanco Gigante dura aproximadamente entre 90 y 135 días, desde la floración hasta la madurez comercial. A los 120 días aproximadamente, después de la floración, el grano llega con una humedad de alrededor de 30 % (3, 22).

♦ **Fase VI: Maduración, secado y cosecha**

En la etapa de maduración el follaje está en plena decadencia e inicio de secado, marca el final del período vegetativo de la planta. Normalmente debería restringirse los riegos, pero el prolongado lapso de llenado del grano y debido al dilatado tiempo

que perdura el área foliar o la persistencia de follaje aún verde hasta el mes de mayo, requiere de un riego ligero hacia los 120 días posteriores a la floración para asegurar un buen llenado de los granos.

La lentitud del llenado del grano y el prolongado tiempo que dura este proceso, puede deberse a la alta humedad (es la época de máxima precipitación y humedad relativa entre enero y abril), a la temperatura relativamente baja (la mínima está entre 5 y 9 °C), a la nubosidad persistente hacia el final del período vegetativo del cultivo y a la prolongada duración de las hojas y del área foliar activa.

Al final del período vegetativo los granos van perdiendo humedad y van endureciendo a la vez que la planta seca progresivamente. Este secamiento del follaje en el Valle Sagrado ocurre cuando no hay precipitaciones pluviales tardías, en caso contrario, el follaje permanece aún verde por algún tiempo más aunque aparentemente ya no hay mayor acumulación de materia seca ni aumento de rendimiento. En el Valle Sagrado de los Incas acostumbran a cortar el follaje para acelerar el secamiento, y aprovechar dejar los campos libres de cultivo para pastar el ganado vacuno en los terrenos del piso del valle. Mientras el cultivo permanece en el terreno, el ganado se alimenta principalmente en las laderas y cerros.

En lo que respecta a la necesidad de agua por el cultivo, en términos generales se puede decir que es necesaria una humedad adecuada para la preparación del terreno y para la germinación de la semilla. Una vez arraigada la planta y durante el desarrollo vegetativo inicial, puede restringirse algo el riego. Más o menos a los 40 a 60 días de la siembra es recomendable regar para el aporque, cuando las plantas estén de 30 a 40 cm de altura o tienen de 4 a 6 hojas.

A partir de este momento se produce un desarrollo acelerado de las plantas hasta el inicio de la floración (aparición de panojas y estigmas o barbas de la mazorca) siendo de mucha importancia incrementar progresivamente la humedad del suelo y mantenerlo en este estado.

La fase más crítica de requerimiento de agua va desde los días previos a la aparición de las panojas y barbas de la mazorca hasta la maduración del grano; es decir desde los 90 a 100 días de la siembra hasta 90 a 120 días posteriores a la floración, cuando el grano llega a la madurez fisiológica.

De este momento hasta el secado de los granos, es decir hasta los 240 días aproximadamente, debe restringirse progresivamente la humedad.

Bajo estas consideraciones es necesario tener en cuenta que la época de mayor consumo de agua por el maíz coincide con el periodo comprendido entre el inicio de la floración (cuando la planta tiene todas sus hojas), y el llenado de los granos (que es cuando se define el rendimiento potencial máximo). En este lapso entre diciembre y abril, (coincide con la época de las mayores precipitaciones pluviales), se requieren unos 3 500 a 4 500 m³/ha.

En el Valle Sagrado de los Incas el período de lluvias se ajusta bastante a los períodos de requerimiento de agua por el maíz, pero es necesario suplementar con riegos entre octubre y diciembre, en este período las precipitaciones son generalmente limitadas. Es necesario verificar que no falte humedad durante la polinización y desarrollo del grano. Si hay ausencia de lluvias es indispensable dar riegos prolijos de acuerdo a la necesidad del cultivo.

Se estima que el maíz Blanco Gigante Cusco en el Valle Sagrado, desde la siembra a la cosecha (entre agosto y abril) tiene una demanda de agua alrededor de 7000 m³/ha (cuadro 33).

Teniendo en consideración que las precipitaciones bordean los 500 mm que equivalen a 5000 m³/ha, (1 mm equivale a 10 m³/ha), la evapotranspiración es de 1545 mm, y calculando mes a mes se tiene un déficit de agua de 1066,1 mm, equivalentes a 1066,1 m³.

El agua requerida para atender las necesidades del cultivo y cubrir el déficit climático es de **7447 m³**, que debe ser proporcionada mediante 11 a 13 riegos, varían en número de acuerdo al volumen de agua disponible, a las condiciones de terreno, a la temperatura y precipitación reinantes en cada año agrícola. (ver cuadro 33 del cálculo de la demanda de agua).

Para conocer con mayor aproximación la calidad de los suelos es necesario hacer un muestreo cuidadoso por lotes de una a tres hectáreas de terrenos uniformes en pendiente, color, textura, pedregosidad, drenaje, etc. En cada una de estas áreas, extraer varias muestras de suelo de la capa arable (unos 15 cm de profundidad) haciendo una X en el campo o en zigzag para tener una muestra representativa, identificando en forma clara las muestras y su ubicación en el terreno.

10.1 Análisis de rutina e interpretación

El análisis **de rutina** permite conocer el contenido de materia orgánica, fósforo y potasio disponibles, el pH y la conductividad eléctrica; debe realizarse cada dos a tres años. En cambio un análisis de caracterización es necesario realizarlo cada 5 a 6 años; comprende el análisis físico de textura, el análisis químico de rutina y la determinación del contenido de micronutrientes por los cationes cambiables Ca, Mg, K, Na, entre otros. Asimismo es necesario verificar o estudiar el perfil del terreno, a fin de comprobar o no la formación de capas duras que deben romperse con subsoladores.

La fertilización basada en el resultado de análisis de suelos permite hacer aplicaciones ajustadas a los requerimientos y evitar hacer gastos innecesarios. Para decidir sobre los niveles de nutrientes debe tenerse en cuenta como referencia, los resultados de trabajos de investigación sobre fertilización realizados en la zona y con la misma variedad de maíz.

El maíz es un cultivo que se adapta a diversos tipos de suelos, principalmente de buena calidad para dar cosechas abundan-



Foto 32. Muestreo de la capa arable.



Foto 33. Algunos Instrumentos para muestreo de suelos.

tes. El Blanco Gigante Cusco requiere suelos profundos, de textura franca con proporciones aparentes de arena, limo y arcilla; de buena estructura para permitir una adecuada aireación y permeabilidad para una buena circulación del aire y agua; asimismo tener el contenido adecuado de materia orgánica que favorezca una bioestructura grumosa estable, buena retención de humedad, y conveniente capacidad de intercambio de nutrientes.



Foto 34. Productor abriendo calicata.

El agua no debe infiltrarse con rapidez ni encharcarse, tampoco perderse por escurrimiento superficial, para ello el suelo debe estar en buena condición física, es decir no debe estar demasiado pulverizado, ni compactado superficialmente, tampoco tener “hard pan” o capa compactada lo que puede suceder por el constante paso de maquinaria.

De los resultados de los análisis de los suelos del Perú hechos por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Dirección General de Investigación Agraria de La Molina (Ministerio de Agricultura), que están codificados utilizando índices de fertilidad por el contenido de nutrientes y grados de acidez o alcalinidad, se ha extractado los resultados correspondientes al Valle Sagrado para su examen, descripción y su utilización como fuente de referencia.

Cuadro 9. Resultados de 193 análisis de rutina de los suelos del Valle Sagrado (1973).

Provincias	N° de Muestras	Contenido				
		P (ppm)	K (ppm)	MO (%)	N (%)	pH
CALCA	160					
Rango		7 - 15	0 - 250	2,1 - 4	0,105 - 0,20	
Promedio		11	125	3	0,15	7,6
Interpretación		Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Ligeramente alcalino
Promedio en kg/ha		27,5 (P ₂ O ₅)	312 (K ₂ O)	750	37,15	
URUBAMBA	33					
Rango		4 - 6	0 - 250	2,1 - 4	0,05 - 0,20	
Promedio		5	125	3	0,15	7,6
Interpretación		Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Ligeramente alcalino
Promedio en kg/ha		12,5 (P ₂ O ₅)	312 (K ₂ O)	750	37,50	

Adaptado del Boletín Técnico N°78. MINAG. DGIA (1973) Evaluación de la fertilidad de los suelos en el Perú. Lima. PERÚ.

Interpretación de los análisis y calidad de los suelos del cuadro 9

- ♦ El pH de los suelos del Valle Sagrado de los Incas es ligeramente alcalino y en un nivel que permite una buena disponibilidad o facilidad de absorción de los nutrientes.
- ♦ En **Calca** el contenido de fósforo y potasio está en niveles bajos, la materia orgánica y el nitrógeno orgánico están en nivel medio.
- ♦ En **Urubamba** el contenido de fósforo es muy bajo, el potasio está en nivel bajo, la materia orgánica y el nitrógeno orgánico se hallan en nivel medio.
- ♦ El contenido medio de materia orgánica indica, como una práctica anual y regularmente usada, la incorporación permanente de materiales orgánicos. Así mejorará la capacidad de producción de los suelos aumentando su capacidad retentiva de agua y nutrientes, favorecerá la aireación de los suelos pesados, les conferirá agregación a los livianos o arenosos. Aumentará la capacidad de intercambio catiónico y propiciará el desarrollo de microorganismos benéficos.
- ♦ El aporte de nutrientes mediante la aplicación de fertilizantes es indispensable teniendo en consideración la limitada presencia de ellos en el suelo. La deficiencia más acentuada es la del fósforo calificado como muy bajo.
- ♦ Las cantidades de nutrientes que aportan los suelos son bastante bajas para el cultivo del maíz Blanco Gigante Cusco, de alto requerimiento para una buena producción en cantidad y calidad.

Los suelos no deben ser pedregosos, estos no permiten realizar labores agrícolas eficientes; tampoco los muy arenosos pues no proporcionan un buen soporte y estabilidad a las plantas, no retienen agua y requieren más riegos por su alto índice de infiltración.

Cuadro 10. Análisis de rutina de 11 muestras de suelos del Valle Sagrado (2002).

Muestras	Pisac, Paullo			Calca				Urubamba	Ollantaytambo		
	1	2	3	1	2	3	4	1	1	2	3
pH	8,5 Fuerte alcalino	8,2 Mediano alcalino	8,3 Mediano alcalino	8,5 Fuerte alcalino	8,6 Fuerte alcalino	8,1 Mediano alcalino	7,4 Neutro	8,6 Fuerte alcalino	7,6 Ligeramente alcalino	7,8 Ligeramente alcalino	8,6 Fuerte Alcalino
CE (Mmhos/cm)	0,37 Normal	3,65 Normal	1,49 Normal	0,33 Normal	0,34 Normal	0,28 Normal	0,24 Normal	3,2 Normal	0,44 Normal	0,37 Normal	0,34 Normal
Ca CO3 (%)	4,4 Medio	1,4 Bajo	0 Bajo	0,7 Bajo	1,5 Bajo	0,3 Bajo	0 Bajo	10,4 Alto	0 Bajo	0 Bajo	0,6 Bajo
MO (%)	2,1 Medio	1,6 Bajo	1,8 Bajo	2,7 Bajo	2,7 Bajo	2,0 Bajo	2,3 Bajo	1,6 Bajo	2,4 Bajo	2,3 Bajo	2 Bajo
P (ppm)	7,3 Medio	25,5 Alto	13,4 Medio	16,1 Alto	11,6 Medio	29 Alto	27,2 Alto	2,1 Bajo	13,4 Medio	14,3 Alto	7,3 Medio
K (ppm)	119 Bajo	222 Medio	172 Bajo	88 Bajo	105 Bajo	199 Bajo	148 Bajo	107 Bajo	71 Bajo	97 Bajo	77 Bajo

Interpretación de los análisis de suelos del cuadro 10

- ♦ En el cuadro 10, el pH entre 8,6 y 7,6 indica un índice de basicidad que varía entre fuertemente alcalino y moderadamente alcalino.
- ♦ En el cuadro 10, la Conductividad Eléctrica (CE) es normal, sin problema de sales, excepto las muestras 2 de Pisac y la 1 de Urubamba que están muy cerca del límite para tener problemas de salinidad.
- ♦ El contenido de carbonatos es bajo.
- ♦ El contenido de fósforo (P) varía entre bajo y medio. Sin embargo la muestra 2 de Pisac, la 1, y 3 de Calca y la 1 y 2 de Ollantaytambo presentan un contenido alto, pero debido a la alcalinidad del suelo es necesaria una fertilización fosfórica relativamente alta para contrarrestar la baja disponibilidad en el suelo por el elevado pH.
- ♦ El contenido de potasio está en niveles medio a bajo.

10.2 Recomendaciones

Anualmente se debe aplicar abonos orgánicos (estiércol convenientemente descompuesto) usando de 3 a 5 t/ha a más.

Teniendo en cuenta que la variedad Blanco Gigante Cusco es exigente en nutrientes, la fertilización química en términos generales debe realizarse con niveles altos de N (entre 180 y 240 kg/ha); P_2O_5 (entre 100 y 120 kg/ha) y K_2O (de 100 a 120 kg/ha), sin descuidar la adición anual de magnesio, azufre y zinc.

10.3 Análisis de caracterización e interpretación

El análisis de caracterización es completo, tanto de las propiedades físicas como químicas, debe hacerse cada cuatro o cinco años tomando las muestras en forma tal que sean representativas del área muestreada cuyo análisis es necesario conocer. Teóricamente debemos realizarlo después de conocer el terreno y haberlo recorrido para delimitar áreas que se presentan con diferencias de pendiente, pedregosidad superficial, nivel freático, textura, profundidad, color, drenaje, vegetación o cultivo que desarrolla, entre otros, es decir áreas o lotes que exhiban características aparentemente determinadas por una calidad particular de la fertilidad.

Los siguientes análisis de caracterización (ver cuadro 11) provienen de un escaso número de muestras pero pueden darnos una idea de la fertilidad de los suelos del Valle Sagrado, ya que las muestras de lugares representativos en el inicio, parte media y casi al final de las áreas de cultivo del valle. Han sido analizadas el año 2002 por PROSIP “Valle Grande” Instituto Rural, Cañete.



Foto 35. Determinación de la textura al tacto.

a) Análisis físico

Cuadro 11. Análisis físico de 11 muestras de suelos del Valle Sagrado.

	Pisac (Paullo)	Urubamba *	Calca
Arena (%)	35,41	40,11	38,16
Arcilla (%)	19,84	25,25	23,48
Limo (%)	44,75	34,66	38,36
Clase textural	Franco	Franco	Franco
% de saturación	42,60	34,80	40,70

b) Análisis químico

Cuadro 12. Análisis químico de 11 muestras de suelos del Valle Sagrado.

	Pisac (Paullo)	Urubamba *	Calca
Carbonato de Calcio (%)	1,50 (alto)	0,40 (Bajo)	1,0 (Bajo)
CE (Mmhos/cm Decisiemen/m)	5,56 (Lig. alto)	1,02 (Medio)	0,75 (Normal)
pH	7,6 (Lig. alcalino)	7,4 (Lig. alcalino)	7,7 (Lig. alcalino)
Materia orgánica (%)	1,70 (Bajo)	1,95 (Bajo)	2,19 (Medio)
Nitrógeno total (%)	0,10 (Bajo)	0,10 (Bajo)	0,13 (Medio)
Fósforo disponible (ppm)	16 (Alto)	12 (Medio)	14 (Alto)
Potasio disponible (ppm)	223 (Alto)	87 (Medio)	103 (Medio)
Cationes cambiabiles (meq/100 g) CIC	13,58	17,10	16,28
Calcio (meq/100 g)	12,77	15,99	12,84
Magnesio (meq/100 g)	0,39	0,87	3,13
Sodio (meq/100 g)	0,07	0,04	0,06
Potasio (meq/100 g)	0,35	0,20	0,25
Suma de cationes básicos (Ca, K, Mg, Na)	13,58	17,10	16,28
Cationes ácidos (Al+ 3 H+)	$2,5 \times 10^{-8}$	$3,98 \times 10^{-8}$	$1,99 \times 10^{-8}$
"S" = suma de cationes básicos de cambio Ca, Mg, Na, K	13,5799	17,0999	16,2799
CIC (Ca, K, Mg, Na, Al)	13,5799	17,0999	16,2799
% de saturación de bases **	99,99 ~ 100	99,99 ~ 100	99,99 ~ 100
Acidez cambiabla (Al+ 3 H+) = CIC - "S"			
P. S. I. en % (% de Na intercambiable)	0,52 (no salino)	0,23 (no salino)	0,37 (no salino)
Sales Solubles (meq/l)			
Cloruros	29,49 (Muy alto)	2,82 (Medio)	4,51 (Medio)
Sulfatos	20,48 (Alto)	6,88 (Medio)	3,93 (Bajo)
Nitratos	17,84 (Muy alto)	0,46 (Muy bajo)	0,03 (Muy bajo)
Carbonatos	0	0	0
Bicarbonatos	1,0 (Medio)	2,0 (Medio)	3,20 (Alto)
Calcio	34,08 (Muy alto)	10,27 (Alto)	6,74 (Medio)
Magnesio	12,43 (Alto)	0,92 (Bajo)	2,30 (Bajo)
Sodio	17,68 (Muy alto)	1,58 (Bajo)	2,96 (Medio)
Potasio	1,74 (Medio)	0,09 (Muy bajo)	0,21 (Muy alto)
Boro	1,20 (Medio)	0,83 (Bajo)	1,10 (Medio)
C/N	9,86	11,31	9,77

● Equivalentes a los iones H hallados por el pH

* Urquillos

(xx) Ver más adelante los cálculos realizados

10.4 Algunas equivalencias

- ♦ 1 mg/kg = 1 ppm
- ♦ 1 centimol de cargas (+) por kg = 1 meq /100 g de suelo, o en notación abreviada : 1 cmol (+) kilo = 1 meq /100 g de suelo
- ♦ pH 7,6. Este valor es la cantidad de iones H⁺ expresados como el logaritmo del exponente negativo. Entonces para hallar la cantidad de H⁺ hallamos el antilogaritmo; en este caso es Antilog de -7,6 = $2,51186432 \times 10^{-8}$

Cálculos para hallar el porcentaje (%) de saturación de bases (PSA)

CIC = Cationes de cambio (Cationes totales intercambiables o Capacidad de Intercambio Catiónico). Es la cantidad máxima de cationes que puede adsorber el suelo, es decir la totalidad de cargas positivas o cationes es capaz de mantener en forma cambiante el suelo.

Los cationes pueden ser de dos tipos:

- ♦ Bases de cambio o cationes básicos son: Ca, Mg, Na, K (no son bases químicas)
- ♦ Cationes ácidos son: Al, H

Porcentaje de saturación de bases: Representa la cantidad de bases de cambio presentes en el suelo, respecto a los cationes totales intercambiables.

Cálculo del % de saturación de bases para el caso de suelos de Pisac (Paullo).

a) CIC = 13,58 ;

b) Suma de cationes básicos de cambio = 13,57999

Entonces sí 13,58 es el 100 % de las cargas positivas o bases cambiables del suelo; los cationes básicos de cambio, ¿Cuánto representan?:

13,58 ——— 100 % (Cargas positivas o bases cambiables del suelo)

13,57999 ——— x % (Cationes básicos de cambio)

$$X = 100 \%$$

En forma similar se realizan los cálculos de otros suelos analizados a partir del CIC y de los cationes básicos de cambio.

Un suelo muy ácido resultaría con un valor de saturación menor de 80 %, indicando además una baja fertilidad natural. (Thompson, Fertilidad del Suelo).

Por otro lado la proporción de cationes cambiabiles, expresados en % es la siguiente:

Cuadro 13. Proporción de cationes cambiabiles.

Catión	Contenido Normal
Calcio (Ca)	75 - 85
Magnesio (Mg)	12 - 18
Potasio (K)	1 - 5
Sodio (Na)	1
Otros	1

Es mucho más importante el análisis de caracterización en la instalación de cultivos permanentes, es necesario incluso conocer mejor el perfil y la profundidad del suelo así como la composición de las capas u horizontes; pero es deseable hacer esta investigación de las características del suelo cada cierto tiempo para los cultivos anuales.

10.5 Rasgos más saltantes de los análisis

a) Suelos de Pisac (Paullo)

- Los terrenos se encuentran en terrazas modernas con fuerte influencia del río Urubamba, de ahí su elevado contenido de limo por ello su textura es de un suelo franco-arcillo-limoso.

De acuerdo al análisis de caracterización, el índice de acidez muestra pH 7,6 ligeramente alcalino. Debe haber problemas de absorción de potasio (K), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B) y algo de zinc (Zn). La solubilidad del fosfórico disminuye a partir de 7,5 hasta 8,5 por la precipitación que se produce por el calcio (Ca); la alcalinidad en este caso es debida principalmente al carbonato de calcio.

- La conductividad eléctrica 5,56 Mmhos/cm indica ligeros problemas de salinidad.
- El contenido de potasio disponible 223 ppm es alto y puede inducir deficiencias de magnesio y calcio.
- Por otro lado el elevado contenido de calcio puede inducir a deficiencias de K, Mg, P, Fe, y Bo.
- El contenido en exceso de nitratos, es muy alto (17,84 meq/l) y puede inducir también a deficiencias de Ca y Mg.
- En forma concomitante se presentan problemas de deficiencia de magnesio.
- Pese a haber un elevado contenido de sulfatos, lo más probable es que el azufre esté inmovilizado en forma de sulfato de calcio debido al elevado contenido de calcio.

- ♦ El porcentaje de saturación de bases cuyo valor es 100 está de acuerdo con el pH ligeramente alcalino, e indica que la capacidad de cambio está ocupada por las bases cambiables.
- ♦ Un suelo muy ácido resultaría con un valor de saturación menor de 80 %, indicando además una baja fertilidad natural. (Thompson, Fertilidad del Suelo).

Por otro lado la proporción de cationes cambiables, expresados en % es la siguiente:

Cuadro 14. Proporción de cationes cambiables en Pisac.

Catión	Contenido normal	Contenido en Pisac	Calificación
Calcio (Ca)	75 - 85	92	Muy alta
Magnesio (Mg)	12 - 18	2,81	Muy baja
Potasio (K)	1 - 5	2,52	Normal
Sodio (Na)	1	0,5	Bajo
Otros	1	-	-

- ♦ El porcentaje de saturación de bases, viene a ser una buena medida de la proporción de la capacidad de cambio utilizada para almacenar nutrientes vegetales. Es el porcentaje de la Capacidad de Cambio (CC) ocupada por los cationes Ca^+ , Mg^{++} , K^+ , Na^+ que se le conoce como "S". Mientras que "R" lo constituyen los microelementos. En este caso la proporción de "R" es bastante baja y seguramente con escasos iones de H^+ de microelementos y el CIC es prácticamente igual a "S".
- ♦ El contenido de materia orgánica y nitrógeno es bajo. El fósforo 16 ppm o 40 kg/ha es alto y el potasio 223 ppm o 575,5 kg/ha es medio. Pese al contenido medio de potasio el maíz se debe fertilizar con este elemento, puesto que hay un conflicto por el exceso de carbonato de calcio (CaCO_3) que hace disminuir o suprime la actividad del potasio y produce una relación alta en calcio, que es desfavorable.
- ♦ La conductividad eléctrica del suelo es alta, lo que indica un exceso de sales solubles. Es alto en este caso el contenido de nitratos, cloruros, de calcio y sodio. Esta salinidad debe ser tratada por adiciones periódicas de materia orgánica, lavado con aguas de riachuelos o afluentes del río Vilcanota y haciendo que el agua que entra a los campos salga de ellos y no percole, puesto que así las sales volverían a la superficie por capilaridad; y un tercer tratamiento consiste en hacer adiciones de azufre e ir controlando la acidez. Uno de los orígenes de la salinidad parece ser el nivel freático alto que hay en ese sector y que procede del río Vilcanota y otro factor sería el lavado procedente de las zonas altas que son calcáreas en el margen izquierdo del río.

Con un pH 7,6 casi todos los nutrientes tienen buena disponibilidad, excepto el potasio que se encuentra en rango de menor disponibilidad aproximadamente entre 7,6 y 8,4 de pH. El nivel de fertilización con potasio será elevado mientras no baje el pH o acidifique algo el suelo.

♦ Cálculo de acidulación del suelo

La acidez del suelo es de pH 7,6 con un CIC de 13,58 meq/100 g.

Por ejemplo, si la acidez deseada es de 6,5, procedemos de la siguiente manera:

- pH 7,6 con 99,81 % de saturación de bases

- pH 6,5 con 90,00 % de saturación de bases

Diferencia: 9,81 %.

- Entonces tenemos :

$$\begin{array}{rcl} 13,58 \text{ meq/100 g} & \text{—} & 100 \% \text{ CIC} \\ x & \text{—} & 9,81 \% \text{ CIC} \\ x & = & 1,33219 \% \end{array}$$

- El peso equivalente del S (azufre) es 16. Un meq de H es = 22,4 kg/ha; luego se tiene:

$1,33219 \times 16 \times 22,4 = 477 \text{ kg/ha}$ de azufre; que es la cantidad de azufre para disminuir el pH de 7,6 a 6,5.

Con la adición de azufre, el efecto de la acidulación y el cambio del pH es progresivo, puede demorar hasta tres meses. Simultáneamente se adiciona azufre como nutriente, elemento extraído por las plantas casi en la misma cantidad que el fósforo.

♦ Adición de materia orgánica

La materia orgánica mejora la bioestructura del suelo tornándose grumosa y dándoles una agregación estable, que hace resistir al desagregado de los terrones o grumos lo que permite que el suelo tenga espacios porosos que facilitan la circulación del aire y del agua. También la materia orgánica contribuye a reducir el pH, mejora la estructura, aumenta la capacidad del suelo para ceder nitrógeno asimilable, aumenta el CIC, permite la buena infiltración del agua y lixiviación de sales; produce ácido carbónico que es un poderoso agente de desalinización; también favorece el desarrollo de microvida.

Al modificarse el pH por la adición de materia orgánica aumenta la capacidad total de cambio y el suelo puede almacenar o retener mayor cantidad de nutrientes en forma disponible en el complejo de cambio.

Para añadir materia orgánica puede aplicarse guano de isla rico cuyo contenido promedio de N, P_2O_5 , K_2O es 10-10-2. También el estiércol seco que tiene los siguientes valores: 1-1-1; el estiércol húmedo 0,6-0,3-0,6. Otra alternativa es aplicar gallinaza que tiene 2,8-0,9-3. Para el caso del estiércol y la gallinaza es condición indispensable conservarlo en pozas o en montones apelmazado hasta su descomposición, protegido de la lluvia. La acción benéfica residual de la aplicación del estiércol se mantiene 3 a 4 años en el suelo.

La adición de abonos verdes y el estiércol no enriquecen el suelo en materia orgánica pero tiene un efecto benéfico sobre la bioestructura del suelo y aumenta la suma de bases que benefician las cosechas, especialmente el nitrógeno orgánico y las sustancias de crecimiento. La materia orgánica es descompuesta en un tiempo relativamente corto, pudiendo gastar importantes fuentes de carbono existentes en el suelo, empobreciéndolo en materia orgánica.

Todo parece indicar que la fertilización de nitrógeno, fósforo y de potasio para el maíz Blanco Gigante Cusco debe ser en dosis altas, como: 180 a 240 de N, 120 de P_2O_5 y 120 de K_2O . Debe utilizarse el sulfato de potasio y magnesio en la fertilización anual, o añadir dolomita. La adición regular de materia orgánica y estiércol restituyen el magnesio y varios micronutrientes, va a contribuir también a disminuir la probabilidad de deficiencia de magnesio, lo cual es muy importante porque este elemento es constituyente indispensable de los vegetales.

b) Suelos de Calca

La muestra corresponde a la margen derecha del río Urubamba, entre Pisac y Urubamba. (ver cuadros 9 y 15). El río no tiene actualmente mucha influencia directa en la formación de los suelos de calca, son suelos de terrazas más antiguas que las de Pisac. Los terrenos son trabajados también en monocultivo de maíz, pero una parte del predio donde se obtuvo la muestra de suelos, es dedicado a la ganadería con vacunos de leche y se dispone de estiércol para su incorporación anual a los campos de maíz. Esta adición constante de estiércol enriquecería el suelo con nitrógeno orgánico, pero puede ocurrir deficiencia de cobre.

De acuerdo al análisis de caracterización, el suelo es de textura franca, con pH 7,7 ligeramente alcalino, sin problema de salinidad pues su CE es 0,75 Mmhos/cm. El contenido de materia orgánica, nitrógeno y potasio es medio, y es alto el contenido de fosfórico (14 ppm o 35 kg de P_2O_5 /ha).

El CIC es de 16,28 meq/100 g. Entre las bases cambiables como es normal en estos suelos predomina el Ca en forma de CaCO_3 . El porcentaje de saturación de bases es 100%.

Cuadro 15. Proporción de cationes cambiables en Calca.

Catión	Contenido Normal	Contenido en Calca (Fundo Rebeca)	Calificación
Calcio (Ca)	75 - 85	12,84	Bajo
Magnesio (Mg)	12 - 18	3,13	Muy Baja
Potasio (K)	1 - 5	0,25	Bajo
Sodio (Na)	1	0,06	Bajo
Otros	1	-	-

- Entre las sales solubles se hallan en nivel alto los bicarbonatos, en nivel medio los cloruros, carbonatos, calcio, sodio y boro. En nivel bajo los sulfatos y el magnesio. En nivel muy bajo los nitratos y el potasio.
- El fósforo que está en forma disponible (P_2O_5) y el magnesio en forma de catión cambiante, están en cantidades elevadas y provienen del estiércol. También de la misma fuente provienen la materia orgánica y el nitrógeno que están en un nivel medio.
- El pH 7,7 está en un rango de buena disponibilidad para casi todos los nutrientes, excepto para el potasio que tiene menor disponibilidad en el rango de pH 7,6 y 8,4. También puede haber problemas para el hierro (Fe) y manganeso (Mn). La disponibilidad de nutrientes se vería mejorada por la incorporación anual de estiércol, aunque aparentemente la materia orgánica añadida no está enriqueciendo el suelo tanto como debiera, probablemente por un manejo inadecuado del estiércol durante su almacenamiento.
- La fertilización con niveles altos de NPK seguramente harán que la producción sea bastante elevada sin menoscabar mucho las reservas de nutrientes del suelo, pero es necesario añadir potasio en dosis elevadas mientras no se acidifique algo el suelo, ya que en el pH existente, el potasio está con poca disponibilidad pese a estar presente.

c) Suelos de Urubamba, Huayllabamba

Los terrenos muestreados se hallan en el sector de Huayllabamba cerca del punto medio entre Pisac y Ollantaytambo en la margen izquierda del río Vilcanota. Los suelos tienen origen diferente a los de Taray y Calca, son aluviales más antiguos y en terrazas más altas, con menor influencia del río Urubamba en su formación. Mayor influencia tiene el riachuelo que baja por la quebrada de Urquillos.

Según el análisis de caracterización, el índice de acidez 7,4, dado por el pH es ligeramente alcalino; tiene buenas condiciones aparentes para que todos los nutrientes estén con la mayor disponibilidad; está casi en el rango óptimo para el maíz. El contenido de carbonatos es medio, la CE es normal indica que no hay problemas de salinidad.

- El contenido de materia orgánica es bajo y se hallan en nivel medio el N, P y K. Aparentemente la restitución anual de materia orgánica es insuficiente.
- El CIC es de 17,10 meq/100g. Entre las bases cambiables y como es normal en estos suelos predomina el calcio. El % de saturación de bases es 99,99 %~100 %.
- Entre las sales solubles, están en nivel medio los cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos; encontrándose en niveles muy bajos los nitratos y el potasio. Están en nivel bajo el magnesio, sodio y boro.

d) Proporción de cationes cambiables en Urubamba, Huayllabamba

La proporción de cationes cambiables muestra también a la cantidad de iones de calcio como muy alta, muy bajo es el contenido magnesio, normal el contenido de potasio y bajo el sodio.

Cuadro 16. Proporción de cationes cambiables en Urubamba, Huayllabamba.

Catión	Contenido Normal	Contenido en Calca (Fundo Rebeca)	Calificación
Calcio (Ca)	75 - 85	15,99	Bajo
Magnesio (Mg)	12 - 18	0,87	Muy baja
Potasio (K)	1 - 5	0,20	Ligeramente alto
Sodio (Na)	1	0,04	Bajo
Otros	1	-	-

El contenido de materia orgánica y nitrógeno es bajo. El fosfórico 12 ppm o 30 kg/ha es medio y el potasio 80 ppm ó 200 kg/ha es medio.

Con este contenido, el maíz se debe fertilizar también con potasio, puesto que hay un conflicto por el exceso de CaCO_3 que disminuye o suprime la actividad del potasio y se produce una relación alta en calcio, que es desfavorable.

Los niveles de fertilización pueden ser similares a los que ya se mencionaron de acuerdo a los requerimientos de la variedad y la respuesta va a tener una alta expresión, habiendo más necesidad de añadir nitrógeno en dosis altas. Igualmente será necesaria la adición de magnesio.

11.1 Aradura, rastrado y surcado

Estas actividades deben ser efectuadas de preferencia en suelos previamente regados y cuando el suelo esté “a punto” de arado, es decir húmedo pero no mojado. Si está con demasiada humedad no se puede mullir el suelo, la capa superficial queda en lonjas de tierra o terrones húmedos grandes que endurecen al secarse y es difícil desmenuzarlos y menos mullirlos.

Las labores de arado y rastrado tienen por finalidad preparar la capa arable para asegurar mejores condiciones para la germinación de las semillas. Por lo general es necesario hacer dos pasadas de arado y luego dar dos pasadas también de rastra para conseguir un adecuado desmenuzamiento de la superficie del suelo y quede en buenas condiciones para el surcado y la siembra. Lo ideal es arar, rastrar y realizar la siembra el mismo día, en días seguidos o muy próximos.



Foto 38. Arado de rastra para el surcado.

Preparación de suelo



Foto 36. Preparación manual con chaquitajlla.



Foto 37. Preparación con yunta y bautizo de arador novato.



Foto 39. Terreno preparado con arado de discos.

Estas labores pueden hacerse con maquinaria o con yuntas, aunque es innegable que la labor mecanizada es más eficiente.

Con sembradora mecánica no es necesario hacer el surcado, en lugar de esa labor previamente hay que nivelar la superficie lo más uniforme posible para sembrar y fertilizar simultáneamente.

11.2 Siembra

La siembra del maíz Blanco Gigante Cusco para la producción de grano debe hacerse entre mediados de agosto y mediados de setiembre con el fin de tener la mejor época de desarrollo que posibilite lograr los máximos rendimientos. Siempre las siembras deben ser hechas en terrenos con humedad suficiente que permita a la semilla absorber agua para la germinación, el brotamiento y el desarrollo inicial de las plántulas. Es conveniente retrasar el primer riego para estimular el desarrollo del sistema radicular en profundidad y alrededor de la planta, y así favorecer la estabilidad de la planta e incrementar la posibilidad del contacto de las raicillas con mayor porción de suelo para la absorción de agua y nutrientes.



Foto 40. Desarrollo vigoroso a distancia adecuada.



Foto 41. Tumbado y quebrado de plantas por alta densidad de siembra.

En las siembras adelantadas o atrasadas respecto a la fecha indicada, los problemas que se presentan afectan el rendimiento y la calidad del grano por la presencia de enfermedades foliares o por el ataque de insectos. Estas condiciones tienen un efecto negativo sobre el cultivo, tanto en el aspecto económico como en el mayor requerimiento de agua para el desarrollo inicial y para la maduración.

a) Métodos de siembra

En cualquier caso la profundidad de siembra debe variar entre 8 a 10 cm, así la emergencia de las plántulas se producirá entre los 8 y 15 días, dependiendo de la humedad del terreno y de la temperatura predominante.

Son varios los métodos de siembra que se pueden utilizar: a) Con lampa por golpes o b) Con yunta, por golpes, o a surco corrido.

Entre los sistemas de siembra tenemos: el manual y el mecanizado.

En la siembra con lampa las semillas son depositadas por golpes al fondo o en la costilla de los surcos.

En caso de sembrar a surco abierto con yunta o con surcadora, puede hacerse a chorro continuo o por golpes. Para el tapado de la semilla se rompe el camellón, con frecuencia se pasa un tablón para nivelar la superficie y hacer algo más lenta la evaporación del agua de la tierra circundante a la semilla. La desventaja de nivelar la superficie para hacer un riego adelantado por alguna circunstancia, será la dificultad en la conducción del agua dentro del campo. Conviene dejar el campo sin nivelar la superficie.

La siembra mecanizada permite realizar esta labor con más facilidad a chorro continuo. En este sistema se puede aplicar al mismo tiempo los fertilizantes en la siembra y simultáneamente cubrir las semillas y los fertilizantes. Este tipo de siembra exige terrenos más o menos grandes y bastante bien nivelados con suelos bien mullidos para lograr mayor eficiencia del uso de maquinaria y así lograr uniformidad en la distribución de semilla y en la profundidad de siembra.

En terrenos más o menos planos y bien preparados pueden obtenerse siembras muy uniformes que permiten un brotamiento simultáneo y rápido de las plántulas pues se ha controlado bien la profundidad de siembra.

b) Densidad poblacional y cantidad de semilla por hectárea

Una densidad de plantas adecuada para la variedad y la zona, permite un mejor aprovechamiento del suelo, del agua de lluvia o de riego. Conocer la densidad permite asimismo una distribución más uniforme de los fertilizantes. La densidad más aparente para el cultivo de esta variedad está entre 60 000 y 70 000 plantas por hectárea (dependiendo de la calidad de los terrenos, mayor densidad en los terrenos más fértiles) para lo cual se puede usar surcos distanciados a 0,80; 0,85 y 0,90 m; y golpes distanciados entre 0,45 m y 0,60 m, usando 3 plantas por golpe.

Cuando la siembra es en surco corrido debe haber 5 a 6 plantas por metro lineal de surco.

Cuadro 17. Siembra por golpes. Distanciamientos y densidad.

Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre golpes (cm)	Área por golpe (m ²)	Número de golpes de 3 plantas/ha	Número de plantas por hectárea
80	50	0,4	25 000	75 000
	55	0,44	22 272	68 181
	60	0,48	20 833	62 500
85	50	0,425	23 529	70 588
	55	0,4675	21 390	64 171
	60	0,51	19 607	58 824
90	45	0,405	24 691	74 073
	50	0,45	22 222	66 666
	55	0,495	20 202	60 601
	60	0,54	18 518	55 555

Para calcular el número de plantas por hectárea: Hallamos el área por golpe, multiplicando los distanciamientos ($0,85 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} = 0,425 \text{ m}^2$); calculamos el número de golpes por hectárea ($10\,000 \text{ m}^2 / 0,425 \text{ m}^2 = 23\,529$) y multiplicamos el resultado por el número de plantas por golpe ($23\,529 \times 3 = 70\,588$).

Cuadro 18. Siembra a surco corrido. Distanciamientos y densidad.

Distancia entre surcos (cm)	Número de plantas por metro lineal de surco	Número de plantas por hectárea
80	6	75 000
	5	62 500
85	6	70 584
	5	58 820
90	6	66 666
	5	55 555

Para calcular el número de plantas por hectárea, por ejemplo en el sistema a surco corrido, procedemos de la siguiente manera: si hay 6 plantas por metro lineal a un distanciamiento de 0,80 m entre surcos, tenemos 6 plantas cada 0,80 m²; entonces por una regla de tres simple obtenemos el número de plantas por hectárea:

$$\begin{array}{l} 0,80 \text{ m}^2 \text{ ————— } 6 \text{ plantas} \\ 10000 \text{ m}^2 \text{ ————— } X \text{ plantas} \\ X = \frac{10000 \text{ m}^2 \times 6 \text{ plantas}}{0,8 \text{ m}^2} \\ X = 75000 \text{ plantas/ha} \end{array}$$

De acuerdo a las densidades y al tamaño del grano utilizado como semilla, es necesario entre 80 y 120 kg/ha. Es mejor usar algo más de semilla ya que permite lograr el número de plantas requerido, pensando que algunas semillas se dañen, no germinen o tengan algún problema en el brotamiento. Es más fácil desahijar (eliminar plantas excedentes), que hacer resiembras, cuyas plantas no llegan a igualarse con las de la siembra normal.

Al incrementar las densidades indicadas para lograr mayor rendimiento, habrá mayor cantidad de plantas tumbadas y quebradas, también numerosas plantas estériles (“Urhuas”); mayor rendimiento debido al mayor número de mazorcas, sin embargo serán más pequeñas. Los granos igualmente serán de menor dimensión.

Un ensayo de densidad y dosis de fertilización nitrogenada en Urubamba, (Quevedo W. S. 1966) obtuvo rendimientos de 7,9 t/ha y 7,1 t/ha, respectivamente con densidades de 55 555 y 74 000 plantas/ha, con distanciamiento de 90 cm entre surcos y 45 cm y 60 cm entre golpes con tres plantas por golpe. Se usó 80-80 kg/ha de P₂O₅ y K₂O. La respuesta a la fertilización con N fue la siguiente: testigo 0 N rindió 6,67 t/ha, con 80 N produjo 7,02 t/ha; con 120 N llegó a 7,53 t/ha; con 160 N bajó a 7,31 t/ha.

Al utilizar menores densidades de plantas por hectárea, tendremos mayor cantidad de malezas, el suelo no es aprovechado con eficiencia, habrá mazorcas más grandes y al final los rendimientos unitarios serán menores que con una población adecuada.

11.3 Fertilización

Una fertilización equilibrada en nutrientes y en cantidades adecuadas tendrá un mejor aprovechamiento por las plantas si disponen de suficiente agua de lluvia o de riego. Los cultivos para desarrollar y producir bien requieren consumir o absorber elementos mayores y menores para su nutrición, que son tomados del agua, del aire y del suelo. Del aire toman hidrógeno, carbono, oxígeno principalmente. Del suelo toman disueltos en agua el nitrógeno, el fósforo, el potasio principalmente, de los que requieren cantidades considerables, son los elementos mayores. Otros elementos son requeridos

en pequeñas cantidades, también son esenciales o indispensables; entre estos tenemos el calcio, azufre, magnesio, manganeso, boro, zinc, hierro, molibdeno, cobre, etc.

La fertilización consiste en la aplicación de compuestos que contienen uno a más nutrientes. Los niveles aplicados de nutrientes están basados en la absorción que hace el cultivo, en el contenido de ellos en el suelo, en las experiencias de los productores y en resultados de trabajos de investigación. La absorción o extracción de elementos por los cultivos debe tomarse también como una referencia valiosa. (cuadro 19).



Foto 42. Fertilización y aporque mecánico.



Foto 43. Daño por mala aplicación de nitrógeno y campo con aporque mecánico.

Cuadro 19. Absorción de los principales nutrientes en kilogramos por el cultivo de maíz.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Magnesio	Azufre
Grano (6 000 kg)	84	50	32	10	8
Residuos (± 15 t MS)	130	30	235	52	20
Total (kg)	214	80	267	62	28

Como una guía aproximada y contrastando la interpretación de los análisis químicos con la observación de los rendimientos en el campo, se da recomendaciones de nutrientes por hectárea (cuadro 20).

Cuadro 20. Recomendaciones de fertilización promedio (kg/ha) de acuerdo a la calidad del suelo.

Nutrientes	Niveles de fertilización (kg/ha)		
	Fertilidad baja	Fertilidad media	Fertilidad alta
Nitrógeno (N)	180 - 240	120 - 180	80 - 120
Fosfórico (P ₂ O ₅)	80 - 120	50 - 80	40 - 60
Potasio (K ₂ O)	80 - 100	50 - 80	40 - 60

En lo referente a experiencia y resultados experimentales se presenta como ejemplo la siguiente información con el maíz Blanco Gigante Cusco en el Valle Sagrado de los Incas.

Cuadro 21. Rendimientos del maíz Blanco Gigante Cusco con diferentes niveles de nutrientes.

Tipo de fertilización	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Rdto. kg/ha	Valor de cosecha a \$ 0,60/kg	Gastos en \$/ha
Sin fertilizante	0	0	0	1 125	675	320
Con 3 t de estiércol	30	30	30	2 456	1 474	428
Fertilizante químico (a)	180	100	80	4 487	2 692	756
3 t de estiércol + Fertilizante (b)	200	100	80	6 350	3 810	1 500

Tomado del curso de suelos y fertilidad. Sven Villagarcía H. Convenio SIPA - UNA La Molina

En el cuadro 22 siguiente se aprecia la rentabilidad estimada de cultivos en el que se utilizaron los cuatro niveles de nutrientes mencionados en los tipos de fertilización.

Cuadro 22. Rentabilidad estimada por hectárea.

Tipo de fertilización	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Rdto. kg/ha	Valor de cosecha en \$	Costo por \$/ha	Utilidad \$/ha	Rentabilidad
Sin Fertilizante	0	0	0	1 125	675	320	355	1,14
Con 3 t de estiércol	15	33	12	2 456	1 474	428	1 046	2,44
Fertilizante	160	80	80	4 487	2 692	756	1 936	2,56
3 t de estiércol + Fertilizante	160	80	80	6 350	3 810	1 500	1 330	0,88

Adaptado del curso de fertilizantes y fertilización

Convenio SIPA X, MINAG - Universidad Nacional Agraria La Molina

Precio promedio de la cosecha \$ 0,60 por kg de maíz

Costo de fertilizantes actualizados a julio del 2007

Tipo de cambio 1 \$ = S/. 3,50

Cuanto más baja es la tecnología es menor la utilidad, y si se tiene en cuenta que el maíz Blanco Gigante es un cultivo que no permite otro cultivo durante el año, los

ingresos unitarios por hectárea son de 29, 87, 161 y 111 dólares mensuales respectivamente en cada uno de los cuatro casos vistos.

Cuadro 23. Fertilización NPK en maíz Blanco Urubamba (1965).

Tecnología	Niveles de nutrientes			Rendimiento kg/ha	Costo \$	Rentabilidad
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1	0	0	0	8807	915	4,78
2	80	80	80	13 424	1 162,72	5,93
3	160	80	80	10 993	1 992,72	2,31
4	160	80	0	11 116	1 833,72	2,64
5	160	80	160	12 240	2 171,72	2,38
6	0	0	0	2 150	550	0,56

Fuente: Informe PCIM-SIPA X Cusco, MINAG

Urubamba, Junio de 1984

Precio promedio de venta \$ 0,60 por kg tratamientos 1 a 5

Precio promedio de venta \$ 0,40 por kg tratamiento 6 (tecnología tradicional de agricultor)

Valdez M. A. y Noriega N. V.

Cuadro 24. Fertilización y rentabilidad en maíz Blanco Urubamba (1966).

Tecnología	Niveles de nutrientes			Rdto. kg/ha	Costo \$	Ingresos \$	Utilidad \$	Rentabilidad
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O					
1	0	0	0	3 000	865	1 800	935	1,08
2	80	80	80	8 259	1 403	4 955,4	3 552,4	2,53
3	160	80	80	9 481	1 505	5 688,6	4 112,6	2,61
4	160	160	80	9 518	1 576	5 710,8	4 086,8	2,52
5	160	160	160	9 759	1 624	5 855,4	4 231,4	2,61
6	240	160	80	9 870	1 726	5 922	4 196	2,43
7	0	0	0	2 105	550	842	292	0,53

Fuente: Informe - SIPA X Cusco, MINAG 1966

Quevedo W. S.

Precio promedio de venta \$ 0,60 por kg tratamientos 1 a 6

Precio promedio de venta \$ 0,40 por kg tratamiento 7 (tecnología tradicional de agricultor)

Rentabilidad: Beneficio Neto / Costo

En un estudio de densidades x dosis de N con el maíz Blanco Urubamba en el Valle Sagrado, Quevedo W. S. (1966) informó que con siembras a 0,90 m entre surcos y 0,30 m, 0,45 m y 0,60 m entre golpes de 3 plantas, equivalente a 111 111; 74 074 y

55 555 plantas/ha respectivamente, los mejores tratamientos fueron el distanciamiento de 0,60 m entre golpes con 80, 120 y 160 kg/ha de N obteniéndose rendimientos de 8,16 t/ha, 8,27 t/ha y 8,23 t/ha respectivamente. En la densidad a 0,45 m con fertilización 160 kg/ha de N se obtuvo 7,67 t/ha, sin diferencia estadística con los anteriores tratamientos. Rendimientos inferiores estadísticamente fueron aquellos sin N, así como con 160 N y en densidades de 0,30 m entre golpes con los que se obtuvo solo 5,61 y 6,01 t/ha. El CV fue de 19,72 %.

En un estudio de dosis crecientes de nitrógeno de 0, 80, 160 y 240 kg/ha de N, con 0, 80 y 160 de P_2O_5 ; 0 y 80 de K_2O , Quevedo W. S. (1966) informó que los tratamientos fueron evaluados en un arreglo factorial con 5 repeticiones. El nivel 0 N estaba en tratamiento adicional al factorial. Hubo diferencias altamente significativas entre los niveles de N y P_2O_5 . No hubo diferencia entre las dosis con K_2O . Los rendimientos para 0 N fueron 7,8 t/ha; inferiores estadísticamente con alta significación respecto a los otros tratamientos con fertilización nitrogenada. Los rendimientos con los dos niveles intermedios de N (10,1 y 9,9 t/ha para 160 y 80 unidades de N respectivamente) no son diferentes estadísticamente; Las diferencias estadísticas se observan en el nivel de 240 N que dio 9,22 t/ha.

Este efecto puede ser representado por función lineal y/o cuadrática. La lineal explica solo el 7,42 % ($r^2 = 0,0742$) de la variación del rendimiento. La función lineal es $Y = 8,79 + 0,4325 N$. La regresión es significativa. En cambio la cuadrática llega a explicar el 14,14 % de la variación en rendimiento ($R^2 = 0,1414$).

Haciendo la descomposición de la SC de nitrógeno mediante polinomios ortogonales, Quevedo W. S. halló los coeficientes $\hat{A}_i$ del polinomio

$Y = \hat{A}_0 + \hat{A}_1 x + \hat{A}_2 x^2$. Se obtuvo la siguiente ecuación de regresión de predicción $Y = 9,22 + 1,514 N - 2,360 N^2$. La letra N reemplaza a las x puesto que se está viendo el nivel o dosis de N aplicado en kg/ha.

Para encontrar la dosis de N que maximice los rendimientos, tomamos la primera derivada de la ecuación con respecto a N, y se iguala a 0. Resolviendo la ecuación se halla que el máximo rendimiento es obtenido con la dosis de 186 kg/ha de N.

Cuadro 25. Rendimiento en grano del maíz Blanco Urubamba con niveles crecientes de nitrógeno - Cusco 1966.

N (kg /ha)	Rendimiento (t/ha) *
0	7,8
80	9,9
160	10,1
240	9,22

* Grano a 14 % de humedad

Esto explica la razón del incremento de rendimiento sólo hasta el segundo nivel de N, que luego disminuye con el nivel más alto, para las condiciones del experimento.

El testigo con N = 0 rindió 7,8 t/ha; con 80 N el rendimiento pasa a 9,9 t/ha; con 160 N sube a 10,1 t/ha y con 240 N declina a 9,22 t/ha. Lo cual indica que el nivel óptimo de N para este maíz está por debajo de 200 N. El incremento de rendimiento entre 80 y 160 de N, es pequeño, sólo de 0,2 t/ha; la mayor cantidad de N utilizado no compensa el mayor gasto en fertilizante.

Son reportados los resultados de un experimento conducido con maíz Blanco Gigante Cusco por Quevedo W.S. (2002) en el anexo Taray de la Estación Experimental Agraria Andenes del INIA Cusco, en el Valle Sagrado de los Incas, sobre dosis crecientes de N (de 0 a 180) usando el mismo nivel de abonamiento de (80 unidades) de P_2O_5 y K_2O para todos los tratamientos. Destacando los siguientes resultados:

- Los tratamientos con fertilización de 100 kg/ha y 180 kg/ha de N, han rendido 8,24 t/ha y 8,76 t/ha respectivamente, sin diferencia significativa entre ellos. Fueron superiores estadísticamente al tratamiento testigo sin nitrógeno, que solo dio 5,96 t/ha.
- Como fuente principal de fertilización se usó nitrofoska azul cuya fórmula es 12-12-17 (N- P_2O_5 - K_2O ; 2 Mg- 15 S, y micronutrientes Fe, Bo, Zn, Ca, Cu y Mo).
- El costo de producción fue S/. 1799 (\$ 514) para el tratamiento 0 N, y S/. 4 393 (\$ 1 255) para el que tuvo 180 N. El tipo de cambio de ese momento fue de US \$ 1 = S/. 3,50. La inversión en la fertilización con N, resultó en un incremento notorio en el rendimiento. No hubo diferencias estadísticas entre los niveles 100 a 180 de N.

De la correlación múltiple de la utilidad con: número de plantas/ha, - % de mazorcas - rendimiento - % de maíz exportación – costo de producción se pudo concluir:

- No hubo asociación entre el número de plantas y el rendimiento. Aparentemente con el incremento de la densidad, aumenta el número de plantas estériles sin mazorca. Por razones ajenas al estudio, la población de plantas por hectárea osciló entre 78 mil y 86 mil plantas/ha.
- Hay una correlación positiva significativa entre el número de mazorcas y el rendimiento.
- Hubo una asociación positiva entre el costo de producción y el rendimiento.
- Hay una asociación positiva altamente significativa entre el porcentaje de grano de exportación y la utilidad (los mayores precios se pagan por el grano tipo exportación).

- ♦ Hay una asociación positiva altamente significativa entre el rendimiento y la utilidad. La pendiente de la recta fue $b = 0,00942$, lo cual indica que por cada US\$1 invertido hay un incremento de 9,42 kg/ha en el rendimiento. Las mazorcas y granos de mayor tamaño son los factores principales con los que se logra mayor rendimiento y mayor porcentaje de grano de exportación y buen precio.

Analizando los resultados mostrados en los cuadros 23 y 24 vemos que el rendimiento unitario de los testigos con tecnología tradicional del agricultor es bastante bajo; aproximadamente un tercio respecto a los tratamientos fertilizados. Son aproximadamente 3 t/ha, frente a 8 y 10 t/ha.

Se hace resaltar que el éxito del cultivo consiste en observar y aplicar cada uno de los factores de producción (semilla, labores culturales, riegos, fertilizantes, pesticidas, cosecha y comercialización) con un alto nivel de eficiencia lo que incluye cantidad, oportunidad y calidad para lograr alto rendimiento y la mayor rentabilidad posible.

a) Métodos de aplicación de fertilizantes

En lo referente a la forma de aplicación de los fertilizantes Quevedo W. S. (1966) informa haber realizado un ensayo de sistemas de aplicación de fertilizantes e indica que no hubo diferencias en la forma de aplicación, ya sea fertilizando con todo al brotamiento por golpes, en bandas al costado de la hilera de plantas o aplicando la mitad al brotamiento y el resto al primer aporque en bandas. Los rendimientos bordearon de 8,5 t/ha a 10 t/ha utilizando el nivel de 160-80-80 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$.

Con las sembradoras abonadoras los fertilizantes son colocados debajo y al costado de las semillas, quedando cubiertos por tierra luego de la siembra.

En las siembras a surco abierto con tractor o con yuntas los fertilizantes son colocados por golpes de 5 cm a 10 cm de las semillas o con más frecuencia a chorro continuo al fondo del surco, ya sea al costado o por debajo de la semilla y luego son cubiertos junto con la semilla.

b) Época de aplicación de los fertilizantes

El conocimiento de la fenología, del ritmo de acumulación de materia seca, de la intensidad y momento en que son absorbidos los nutrientes, facilita el entendimiento de los momentos más adecuados para la aplicación de los fertilizantes para evitar que se pierdan por lavado o que tengan el tiempo suficiente de pasar a formas químicas más fácilmente absorbibles o asimilables.

c) Absorción de nutrientes

La acumulación de la materia seca en el maíz es función del tiempo y en un eje de coordenadas tiene una forma sigmoidea característica.

Debido a las reservas que contiene la semilla, no hay casi ninguna absorción de minerales del suelo durante las tres o cuatro primeras semanas de desarrollo de las plantas. Los elementos contenidos en las semillas son translocados (transportados) a las raíces y parte aérea en formación para cubrir sus necesidades.

La producción y acumulación de materia seca es pequeña en el período que sigue a la emergencia, acelerándose a partir de ahí hasta los 40 ó 60 días, desde este momento aumenta progresivamente hasta la aparición de la inflorescencia masculina hacia los 90 días en el Blanco Gigante Cusco.

Entre los 100 a 120 días siguientes la acumulación de materia seca se mantiene más o menos uniforme, disminuyendo en la proximidad a la maduración, es decir entre los 200 y 240 días en que llega a la maduración.

La literatura cita para otras variedades que la aparición de la inflorescencia es a los 50 días de la siembra y la maduración y cosecha generalmente está hacia los 150 a 180 días.

En el Maíz Blanco Gigante Cusco estos tiempos casi se duplican y es muy prolongado el tiempo entre la polinización y maduración, así como en el secado de los granos. Es probable que sea por el gran tamaño de los granos, su textura harinosa y el hecho de prolongarse también el lapso de Duración del Área Foliar (DAF), incluso hasta mayo, así como por las condiciones climáticas de temperatura templada, nubosidad, horas de sol, humedad ambiental, etc.

La acumulación de **nitrógeno**, es algo más intensa en ritmo que la acumulación de materia seca, sigue más o menos con la misma intensidad hasta la aparición de la inflorescencia masculina y continúa así hasta la aparición de los estigmas. El nitrógeno se acumula en los granos hasta la madurez, en gran parte debido a la translocación de este elemento desde el tallo, la coronta y las hojas.

La absorción del **fósforo** es más o menos continua hasta la maduración, comenzando desde los 30 días de la emergencia el período de máxima absorción hasta la aparición de la flor masculina. Desde la emergencia es casi paralelo a la acumulación de materia seca. A partir de la polinización el fósforo migra hacia la espiga o mazorca en formación y acumulándose en los granos hasta la madurez, también translocan del tallo, hojas y coronta.

La absorción del **potasio** es intensa desde la emergencia hasta la aparición de la inflorescencia masculina, más aún que el nitrógeno y el fósforo continúa con menor intensidad hasta el final del ciclo. Relativamente poco potasio absorbido se acumula en los granos.

La acumulación de calcio, magnesio y azufre es más intensa desde la aparición de las inflorescencias.

Con estos antecedentes podemos indicar que el mejor momento para la aplicación de fertilizantes es a la siembra: la mitad ($\frac{1}{2}$) o la tercera parte ($\frac{1}{3}$) del nitrógeno y todo el fósforo y el potasio (estos porque son poco móviles). El nitrógeno deberá ser fraccionado para aplicar la mitad o las dos terceras partes ($\frac{2}{3}$) restantes en el aporque, entre los 60 y 80 días después de la siembra.

El nitrógeno podría fraccionarse en tres o cuatro partes para evitar que se pierda por lavaje y para ponerlo a disposición en los momentos críticos de requerimiento, sin embargo cada aplicación requiere la utilización de mano de obra que significa mayor gasto, y cuanto más desarrolladas las plantas más dificultad en la aplicación.

La aplicación de estiércol, materia orgánica humificada o en proceso de humificación debe hacerse en la preparación del terreno, o máximo en la siembra al fondo del surco de tal manera que los nutrientes dispongan del tiempo necesario para su transformación en elementos fácilmente asimilables. Se la cubre con una capa delgada de tierra. Es recomendable la aplicación de 3 t/ha a 5 t/ha o más de estiércol. El maíz responde muy bien a su utilización regular.

d) Niveles de nutrientes

La fertilización basada en el resultado de análisis de suelos permitirá aplicaciones ajustadas a los requerimientos y evitará hacer los gastos innecesarios. Debe tenerse en cuenta también los resultados de trabajos de investigación hechos en el extranjero o en otras zonas como referencia, pero tienen más importancia los resultados de trabajos en la zona y la misma variedad de maíz.

El maíz como cultivo de alto rendimiento necesita determinada cantidad de cada nutriente (macronutrientes y micronutrientes), además debe haber un equilibrio entre las cantidades de ellos.

Por lo general no existen en los suelos las cantidades adecuadas de nutrientes, por ello es necesario añadirlos mediante diversas fuentes o fertilizantes, en especial los macronutrientes o elementos mayores (nitrógeno, fósforo, y potasio). Es también frecuente que hagan falta varios micronutrientes.

Ya se ha visto que en el Valle Sagrado de los Incas, los suelos son pobres en materia orgánica, nitrógeno y fósforo y de contenido medio a bajo de potasio. El maíz Blanco Urubamba es exigente en materia orgánica, nitrógeno y medianamente exigente en fósforo y potasio.

Hay experiencias por parte de varios agricultores en usar hasta 240 unidades de nitrógeno por hectárea, también en fósforo y potasio han llegado a 120 unidades. No se conoce la rentabilidad de estas aplicaciones.

Hay que tener como premisa general que los suelos pobres requieren el uso de mayores cantidades de fertilizantes, pero económicamente no se debe pasar los 180 a 200 kg/ha de nitrógeno, 100 a 120 kg/ha de fósforo y 80 a 100 kg/ha de potasio.

e) Uso de materia orgánica y su aplicación

La presencia de la materia orgánica del suelo es de máxima prioridad e importancia. Es el compuesto que mejora y mantiene en forma satisfactoria las condiciones físico químicas y biológicas. La materia orgánica tiene las siguientes características y funciones:

- ♦ Debe encontrarse descompuesta y en proceso de descomposición aeróbica.
- ♦ La materia orgánica es una porción muy importante del suelo, en ella se encuentra el material coloidal y los diversos compuestos orgánicos que favorecen el desarrollo de los seres vivos. Los coloides mediante las cargas eléctricas negativas de la superficie de sus partículas o micelas, permiten el almacenamiento provisional de los nutrientes (mayormente cationes y algunos aniones), permiten también el intercambio de cationes entre el suelo y las raíces de las plantas. El coloide orgánico tiene mayor capacidad de intercambio catiónico que el coloide de origen mineral (es decir que tiene mayor capacidad de almacenamiento y posibilidad de intercambio que el coloide mineral de las arcillas).
- Propicia la formación de agregados estables que dan estructura grumosa a la capa superficial del suelo favoreciendo así la presencia de microporos que facilitan la penetración de la lluvia.
- Mejora la bioestructura y la retentividad de agua, incorpora nitrógeno, calcio, fósforo y micronutrientes.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- Contribuye al mantenimiento de la aireación y oxigenación del suelo indispensable para la actividad biológica y la respiración radicular.
- Favorece el desarrollo de las bacterias nitrificadoras o fijadoras de nitrógeno.
- Los nutrientes se hacen más fácilmente asimilables o disponibles y por último contribuye a mantener el equilibrio biológico.
- Mediante la descomposición de la materia orgánica y su incorporación al suelo, se restituyen elementos minerales, se produce la liberación de oxígeno, de carbono, nitrógeno, e hidrógeno que son utilizados por los diferentes organismos durante su desarrollo y en la síntesis de los compuestos orgánicos.

La contribución de la materia orgánica en nitrógeno al suelo es pequeña, por ejemplo un contenido de materia orgánica de 4,9 % en el suelo se traduce solo en cerca de 10 kg/ha de nitrógeno asimilable al año en las condiciones del Valle Sagrado de los Incas, debido a la baja mineralización por la temperatura reinante. La incorporación de materia orgánica no debe entenderse como el añadido de un fertilizante nitrogenado, sino como una práctica rutinaria en el manejo de los suelos, contribuir a mejorar las condiciones físicas y de fertilidad ya que favorece el mantenimiento y mejoramiento de las características físicas, condiciones químicas y biológicas de la capa arable.

Los productos que pueden utilizarse son: el estiércol (descompuesto o en proceso de humificación), los abonos verdes, el compost, el humus de lombriz, los residuos no groseros de cosechas. La aplicación debe hacerse en la preparación del terreno o en la siembra en el caso de estiércol descompuesto, compost o humus, siempre cubriéndolos con una capa delgada de tierra. No sirve el enterrado profundo porque en lugar de que actúen las bacterias aeróbicas benéficas para transformar los compuestos orgánicos, hay la intervención de microorganismos anaeróbicos (que no requieren oxígeno) y ocasionan la putrefacción del material, lo cual no es conveniente para el suelo.

La materia orgánica aplicada no debe considerarse como una fertilización sino como una enmienda o un método para mantener y/o mejorar la fertilidad del suelo.

En el caso del guano de islas la situación es diferente, pues las dos formas en que actualmente es comercializado tienen, además de la materia orgánica, suficientes nutrientes para considerarlos como fertilizantes y fuentes de nitrógeno y fósforo. Las formas de comercialización son: **a)** Natural, que contiene N-P-K en dosis 10-10-2, **b)** Premiun, que tiene 13-12-3 de N-P-K.

La ventaja de este fertilizante orgánico es que además de los 3 principales nutrientes tiene cantidades importantes de 17 micronutrientes que son utilizados provechosamente por los vegetales y proporciona las ventajas de la incorporación de materia orgánica. El guano no debe tener contacto directo con las semillas o con las raicillas para evitar daños por las sales que contiene y por la elevación de temperatura que se produce al iniciar su descomposición.

Debe aplicarse de preferencia en la siembra o máximo a la emergencia del maíz (cuando las plántulas tienen 5 a 6 hojas) usándolo como fuente de una mitad del nitrógeno y del fósforo requerido. El resto del fósforo se completará con fertilizantes químicos junto con toda la dosis de potasio. El nitrógeno restante debe aplicarse en el primer aporte.

11.4 Desahíje, raleo o entresaque

Consiste en la eliminación del exceso de plántulas, puesto que siempre se usa algo más de semilla que la necesaria para asegurar la población más adecuada que uno desea tener en el campo y para evitar la resiembra. Hay que realizar el desahíje cuando las plantas están tiernas, de unos 15 a 20 cm. Si la siembra ha sido en líneas debe quedar una planta cada 15 a 20 cm y si es por golpes, dejar tres o dos plantas por golpe de acuerdo al distanciamiento de siembra.

Tener cuidado de no quebrar o dañar las que quedan, procurando dejar las plantas bien espaciadas y en lo posible las más robustas.



Foto 44. Cultivo con baja tecnología.



Foto 45. Cultivo con tecnología media.



Foto 46. Cultivo con alta tecnología (semillero INIA).



Foto 47. Mazorcas con buena cobertura.

11.5 Aporques

Generalmente son dos los aporques realizados; el primero aproximadamente a los 50 días de la siembra, cuando las plantas tienen aproximadamente entre 30 y 40 cm.

El aporque consiste en la acumulación manual o mecanizada de tierra en la base de las plantas a modo de formar los surcos; se aprovecha para hacer un primer deshiero. Por facilidad de las labores hay que realizarlo inmediatamente antes de aplicar la segunda dosis de nitrógeno para cubrir el fertilizante, dar estabilidad a las plantas en desarrollo y aumentar la cantidad de tierra que pueda usar el sistema radicular de las plantas en búsqueda de agua y nutrientes. A partir de este momento hay un desarrollo muy rápido de las plantas hasta la floración masculina.

El segundo aporque debe hacerse cuando las plantas tienen aproximadamente entre 40 y 50 cm de altura y más o menos 20 a 30 días después del primer aporque. Es aprovechado para hacer un deshiero más prolijo, acumular más tierra en la base de las plantas, mejorar los camellones que deben ser altos para facilitar el riego y mejorar el anclaje y la estabilidad de las plantas, las cuales son bastante altas y robustas (característica de esta variedad).

Cuando el aporque es mecanizado, por lo general basta realizar uno solo, cuando las plantas tienen alrededor de 40 cm en terreno apenas húmedo, de ninguna manera barroso. Si se realiza un segundo aporque, debería ser manual. Mejora la acumulación de tierra y la formación de los surcos para el riego.

11.6 Riegos

La literatura internacional de diferente procedencia coincide en que el maíz requiere alrededor de 350 litros de agua/kg de materia seca producida, absorbe 750 mm de agua, que hacen $7\,500\text{ m}^3/\text{ha}$ (Alegre J., Loli O., La Torre B. Manual Práctico de Fertilidad de Suelos. INIA-UNALM-CGIAR, 2007). Se asume que estos resultados han sido obtenidos en estudios con maíces duros, y suponemos que para la formación de almidón blando de los maíces amiláceos el requerimiento es similar.

El número de riegos por campaña y la frecuencia de su aplicación para el maíz Blanco Gigante Cusco, varía en los diferentes sectores del Valle Sagrado de los Incas y aún de predio a predio de acuerdo a la profundidad y al tipo de suelo, al volumen disponible de agua, a la eficiencia de la aplicación del riego, etc. El requerimiento no es igual en las diferentes etapas de desarrollo a lo largo del ciclo vegetativo del maíz, tampoco de un año a otro. Sin ser una regla general, en un año normal se aplica entre 10 a 13 riegos por campaña, distribuidos aproximadamente de la siguiente manera: Un riego de machaco para preparar el terreno (a fines de agosto o inicio de setiembre), luego en promedio cada 10 a 12 días aproximadamente entre octubre y diciembre (5 a 7 riegos), uno en marzo y otro en abril. En el cuadro 28 se muestra el cálculo de la

Evapotranspiración Potencial (ETP) por día al inicio y fin del ciclo para calcular el Coeficiente de cultivo (Kc) para hallar la Evapotranspiración del Cultivo (ETC) para la variedad Blanco Gigante Cusco y usar en el cálculo de la demanda de agua mes a mes y durante el cultivo.

La evapotranspiración del cultivo, para el maíz Blanco Gigante Cusco es de 1545 mm, (cuadro 28); permite obtener una demanda de agua o tiene un requerimiento de alrededor de **7 447 m³/ha** (cuadro 29).

Para la variedad Blanco Cusco del Valle del Cusco la evapotranspiración es de 1470 mm (algo menor que la del Blanco Gigante) y la demanda de agua para esta variedad es menor, **6544 m³/ha**. Comparando con el Valle Sagrado, esta zona ecológica es más húmeda, tiene menor evapotranspiración y temperatura media, hay mayor precipitación y menor cantidad de horas de sol durante el ciclo vegetativo (agosto a mayo). En este valle de acuerdo al año agrícola se requieren de 9 a 11 riegos por campaña.

Estimando los coeficientes de cultivo, se hará el cálculo de la evapotranspiración del cultivo en base a evapotranspiración potencial para ambas variedades, también el cálculo de los volúmenes de agua necesarios y el número de riegos calculados por la demanda de agua para cada variedad lo que dará la cantidad de agua que se debe proporcionar para cubrir los requerimientos de riego, que para cada variedad son algo diferentes; para la variedad Blanco Gigante Cusco son **7 447 m³/ha/año** y para el Blanco Cusco solo **6 544 m³/ha/año** con 13 y 11 riegos respectivamente, utilizando un volumen similar de agua en cada riego en ambos casos para tener un término de comparación común.

Cuadro 26. Cálculo de los coeficientes de cultivo y riego para el maíz Blanco Gigante Cusco en el Valle Sagrado de los Incas.

Siembra		Agosto			
Período vegetativo		240 días			
Duración del desarrollo		Siembra	Panojado	Desarrollo del grano	Maduración
	Período	1	2	3	4
Maíz Blanco Gigante	Días	0	80	150	240
ETP en el inicio	148 mm/mes	148/30 = 4,9 mm/día			
ETP en maduración	159 mm/mes	159/30 = 5,3 mm/día			

Asumiendo una frecuencia de riego o significancia de lluvias de 20 días, se obtiene un Kc de 0,35 aproximado, en promedio para el mes de agosto.

Cuadro 27. Cálculo de los coeficientes de cultivo y riego para el maíz Blanco Cusco en el Valle del Cusco.

Siembra		Agosto			
Período vegetativo		240 días			
Duración del desarrollo		Siembra	Panojado	Desarrollo del grano	Maduración
	Período	1	2	3	4
Maíz Blanco Cusco	Días	0	90	120	240
ETP en el inicio	148 mm/mes	102/30 = 3,4 mm/día			
ETP en maduración	102 mm/mes	102/30 = 3,4 mm/día			

Asumiendo una frecuencia de riego o significancia de lluvias de 20 días, obtenemos un Kc de 0,49 aproximado, en promedio para el mes de agosto.

La evapotranspiración del cultivo se halla multiplicando la ETP x el Kc. Absalón Vásquez Villanueva menciona en su publicación sobre Manejo de Cuencas Alto andinas que en el Manual FAO “Requerimiento de agua de los cultivos”, encuentra como resultado de investigaciones que el Kc para diferentes cultivos varía entre 0,2 y 1,3.

Considera para esto que los cultivos tienen 4 fases: Inicial, de desarrollo, de maduración y de cosecha; y en cada una el Kc varía. Con estos datos se puede elaborar una curva en la que se ven los valores en cada etapa del cultivo. El Kc se ve afectado por varias razones:

- Características del cultivo,
- Fechas de siembra
- Ritmo de crecimiento y desarrollo,
- Duración del período vegetativo,
- Frecuencia de lluvias o riegos en especial en la primera etapa de crecimiento.

En la publicación sobre Manejo de Cuencas Altoandinas, Vásquez V. A. indica los valores de Kc, que varían con:

- 1) El cultivo,
- 2) La fase de desarrollo,
- 3) La humedad relativa (menor o mayor de 70 %); y
- 4) La velocidad del viento de 0 a 5 m/seg y de 5 m/seg a 8 m/seg. Con estos valores hallados se hace el gráfico de la curva del coeficiente del cultivo (gráficos 6 y 7).

Cuadro 28. Determinación de la evapotranspiración del cultivo (ETC) para el maíz Blanco Gigante del Cusco y para el maíz Blanco Cusco.

		VARIEDADES DE MAÍZ				
		Blanco Gigante			Blanco Cusco	
Zona Mes	Valle Sagrado			Valle del Cusco		
	ETP (mm)	Factor (Kc)	ETC (mm)	ETP (mm)	Factor (Kc)	ETC (mm)
Agosto	148	0,4	59	102	0,35	36
Setiembre	126	0,3	38	122	0,45	55
Octubre	131	0,4	52	146	0,6	88
Noviembre	117	0,7	82	152	0,65	99
Diciembre	106	0,7	74	154	0,85	131
Enero	93	0,7	65	156	0,85	133
Febrero	97	0,7	68	130	0,78	101
Marzo	115	0,6	69	129	0,62	80
Abril	133	0,4	53	110	0,55	61
Mayo	159	0,35	56	102	0,35	36
Junio	163			81		
Julio	158			86		
Total	1545		616	1470		818

ETP = Evapotranspiración potencial y ETC = Evapotranspiración del cultivo

NOTA: Para los cálculos no se consideran los meses de junio y julio en que no hay cultivo de maíz para grano en el campo.

En base a la ETP, precipitaciones y déficit de agua mensuales se ha calculado la demanda mensual de agua y la demanda de agua para el cultivo, tanto para el maíz Blanco Gigante Cusco en el Valle Sagrado de los Incas, como para el maíz Blanco Cusco en el Valle del Cusco.

Cuadro 29. Balance hídrico (mm). Demanda de agua.

		VARIEDADES DE MAÍZ						
		Blanco Gigante				Blanco Cusco		
Zona Mes	Valle Sagrado				Valle del Cusco			
	ETP (mm)	Precio (mm)	Deficit (mm)	Demanda (mm)	ETP (mm)	Precio (mm)	Deficit (mm)	Demanda (mm)
Agosto	148	8,6	139,1	1216	102	8,9	93,6	916
Setiembre	126	13,1	113,0	920	122	20,9	101,3	1120
Octubre	131	23,5	107,5	1299	146	41,8	104,4	1504
Noviembre	117	64,6	52,8	1684	152	65,3	86,3	1237
Diciembre	106	80,1	26,0	1177	153	104,3	48,9	1146
Enero	93	101,7	0,0	0	156	146,1	9,6	0
Febrero	97	78,2	19,0	0	130	118,2	12,0	0
Marzo	115	71,1	43,5	574	129	92,6	36,4	0
Abril	133	33	99,7	577	110	47,5	63,0	621
Mayo	159	6,7	151,8		102	7,9	94,1	
Junio	163	2,6	160,2		81	2,3	78,7	
Julio	158	4,5	153,4		86	5,7	80,3	
Total	1545	487,7	1060,1	7447	1470	661,3	693	6544

Demanda de agua : Se calculó por la fórmula de WPRS “Manejo de cuencas altoandinas” de Absalón Vásquez. Pág. 184

En el Valle Sagrado: La ETP es 1546 mm, la precipitación 486 mm, la deficiencia de agua anual de 1060 mm y hechos los cálculos, la demanda de agua para el maíz Blanco Gigante Cusco es de 7447 mm.

En el Valle del Cusco: La ETP es 1470 mm, la precipitación 661,3 mm, la deficiencia de agua anual de 808 mm y hechos los cálculos, la demanda de agua para el maíz Blanco Cusco es de 6544 mm.

Gráfico 4. Balance hídrico en el Valle Sagrado de los Incas

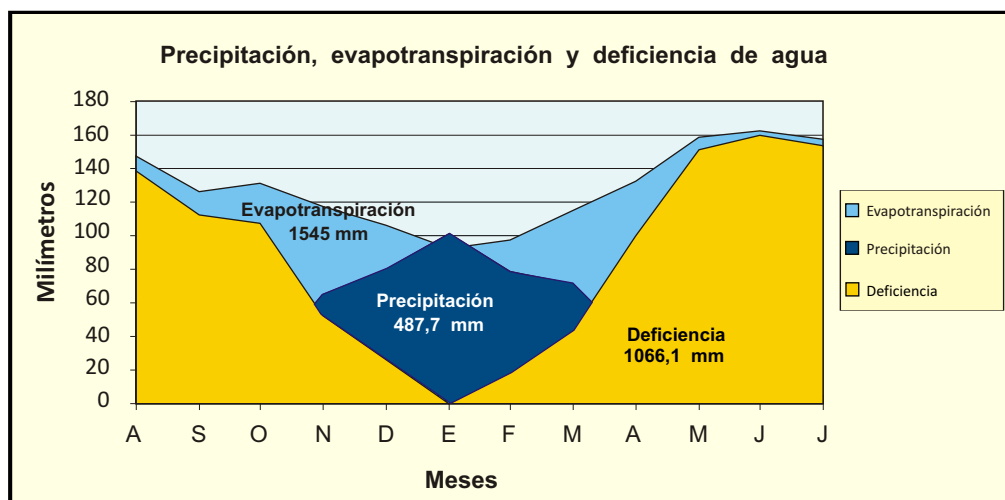
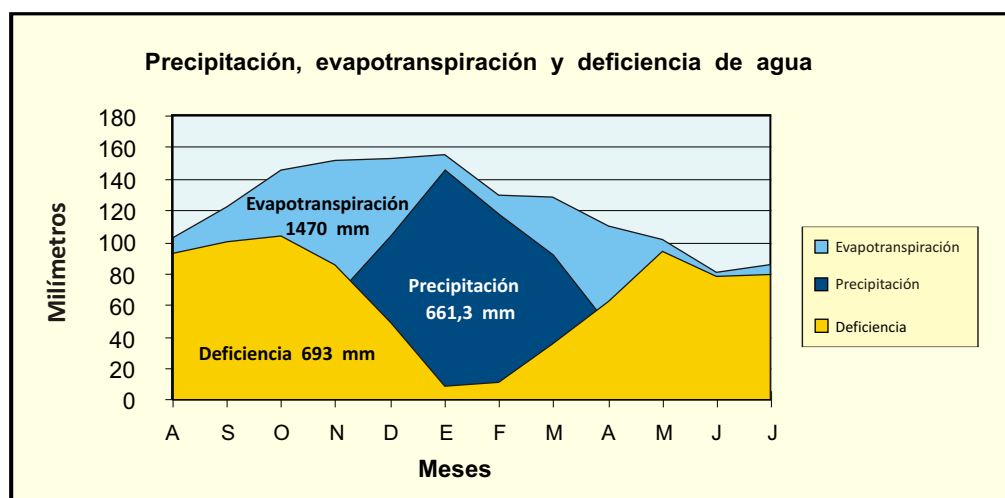
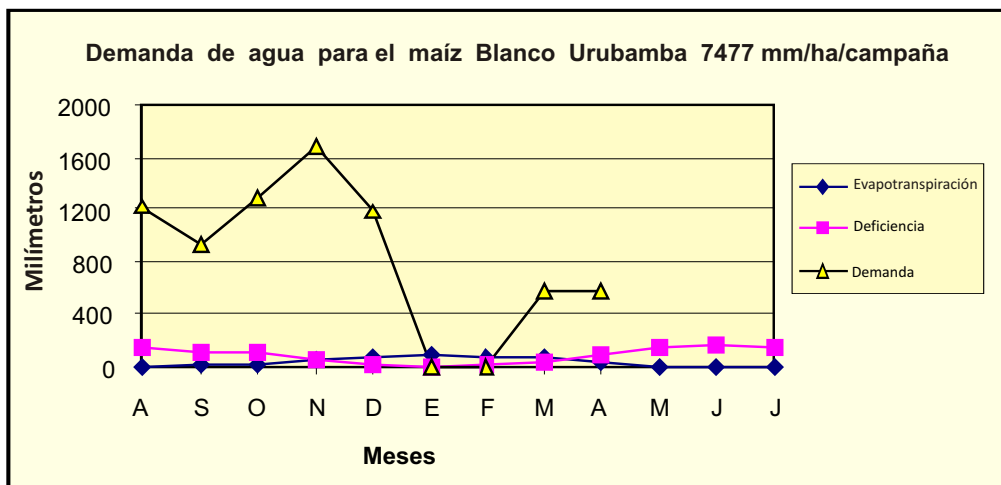


Gráfico 5. Balance hídrico en el Valle del Cusco



En los gráficos 4 y 5 podemos ver la evolución mensual de los principales parámetros climáticos referidos a las condiciones de humedad, donde podemos apreciar el entrecruzamiento de las líneas de precipitación y el déficit de agua. La precipitación es mayor en el Valle del Cusco.

Gráfico 6. Demanda de agua para el maíz Blanco Urubamba



En el Valle Sagrado de los Incas la precipitación es menor, mientras que la ETP, la deficiencia y la demanda de agua son mayores, ver los cuadros 29 y 30 y los gráficos 6 y 7.

Gráfico 7. Balance hídrico en el Valle del Cusco

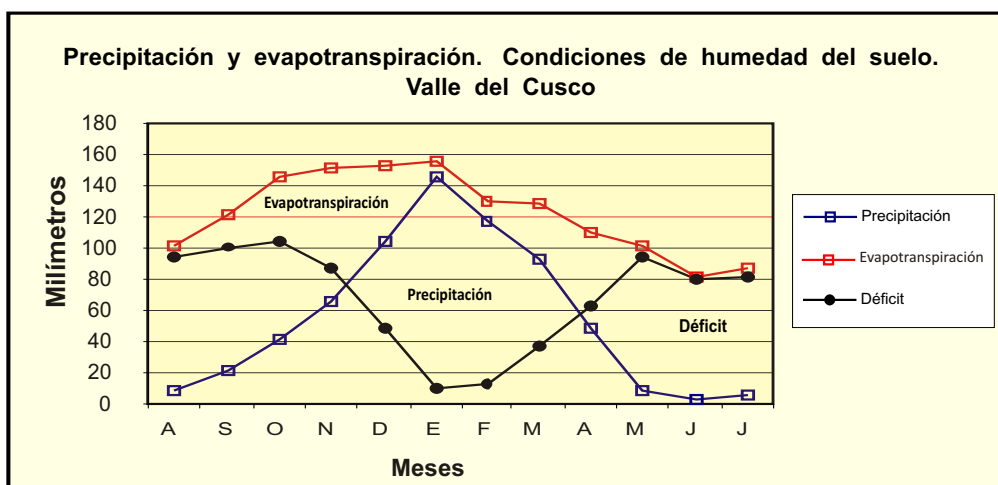
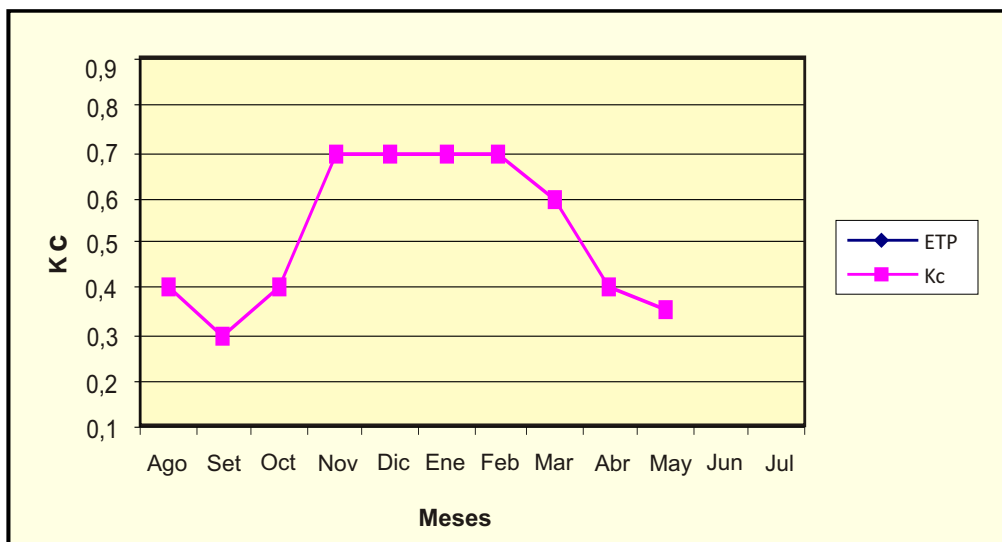
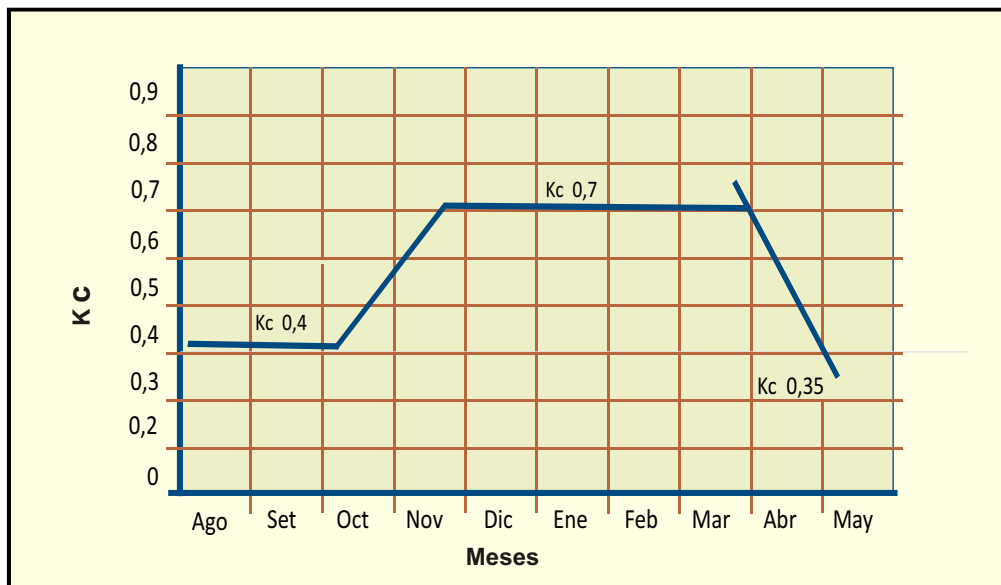


Gráfico 8. Curva del coeficiente de cultivo (Kc) para el maíz Blanco Gigante



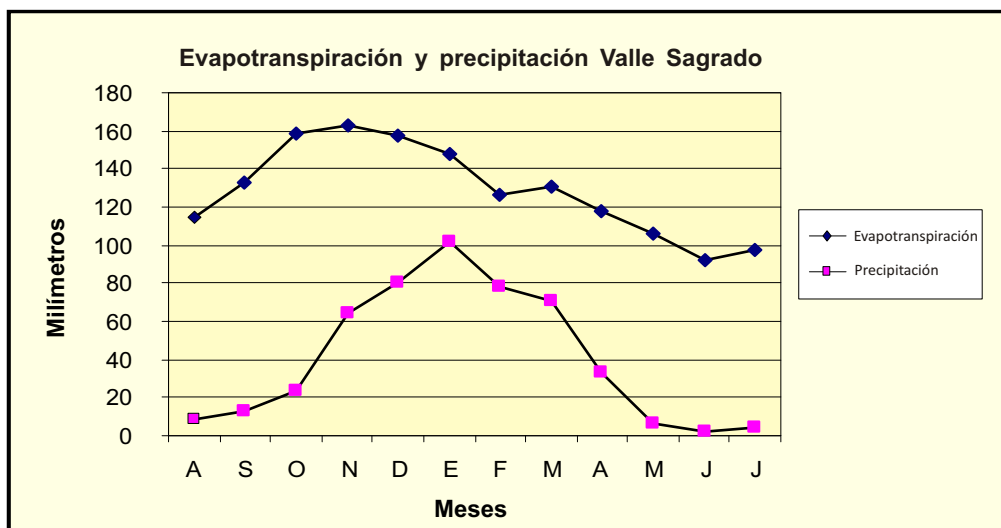
Los coeficientes de cultivo llegan a niveles más altos con la variedad Blanco Cusco del Valle del Cusco durante los meses de mayor precipitación, es decir entre diciembre y febrero.

Gráfico 9. Curva del coeficiente de cultivo (Kc) para el maíz Blanco Cusco



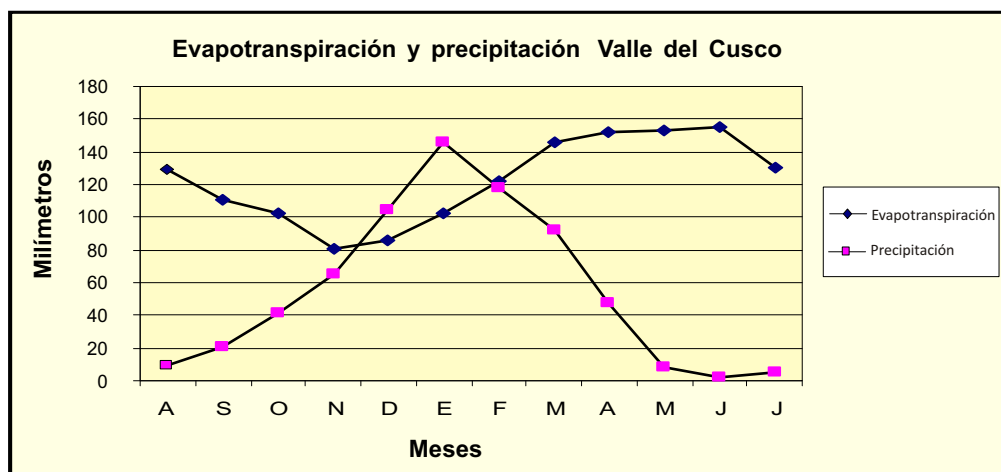
En el Valle Sagrado la evapotranspiración supera mensualmente y en el total anual a la precipitación, encontrándose los valores mensuales más altos entre octubre y diciembre. Los meses más bajos en precipitación, son también los que registran datos más bajos en evapotranspiración, al inicio y al final de la época lluviosa (gráfico 10).

Gráfico 10. Evapotranspiración y precipitación en el Valle Sagrado



En el Valle del Cusco la evapotranspiración supera en forma amplia a la precipitación en los valores mensuales durante los meses de menores lluvias, entre abril y setiembre. (gráfico 11).

Gráfico 11. Evapotranspiración y precipitación en el Valle del Cusco



El pico más alto para la precipitación en el Valle Sagrado está entre enero y febrero, llega a 100 mm. Los valores más altos para la evapotranspiración están entre setiembre y enero coincidiendo con la siembra y el inicio de desarrollo del maíz (gráfico 12).

Los picos de la precipitación son más altos (150 mm) para el Valle del Cusco, mientras que la evapotranspiración tiene valores más pequeños en la época lluviosa (noviembre a febrero) y muestra los mayores valores mensuales durante la época de ausencia de lluvias y en temporada del final del ciclo vegetativo del cultivo del maíz (gráfico 13).

Cuadro 30. Temperatura, humedad relativa y precipitación. Valle Sagrado de los Incas
Zona de Vida: bosque seco-Montano Bajo(bs-MB).

Promedio de 11 años de estaciones meteorológicas de Calca, Yucay y Urubamba
del SENAMHI años 1968 – 1979.

Altitud promedio: Entre 2650 y 2900 msnm -Latitud Sur 13° 30'.- Longitud Oeste 71° 40' a 72° 30'.

Parámetros climáticos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM	Total
Temperatura máxima (°C)	21,5	21,6	21,7	22,5	22,4	22,4	22	22,5	22,9	23,6	23,3	22,3	22,39	
Temperatura mínima (°C)	8,7	8,8	8,6	7	4,5	2,7	2,3	3,7	5,6	7,3	8,2	8,6	6,33	
Oscilación (°C)	12,8	12,8	13,1	15,5	17,9	19,7	19,,7	18,8	17,3	16,3	15,1	13,7	16,06	
Temperatura media (°C)	15	15	15,1	14,9	13,8	13,2	12,6	13,6	14,6	15,8	15,9	15,3	14,57	
Humedad relativa %	71	72	71	67	63	61	60	60	70	61	62	68	65,50	
Precipitación (mm).	101,7	78,2	71,1	33	6,7	2,6	4,5	6,8	13,1	23,5	64,6	80,1		485,90
Heliofanía (horas de sol)	128,74	142,41	154,3	178,57	206,1	224,19	232,73	222,38	212,33	223,77	179,83	150,04	187,95	2 255,39

Cuadro 31. Cálculo de la demanda de agua de suelos zonales con vegetación natural madura para el Valle Sagrado (de San Salvador a Ollantaytambo). Cultivo de Maíz Blanco Gigante Cusco.

	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	m ³ /ha
Evapotranspiración (mm)	148	126	131	117	106	93	97	115	133	159	163	158	1545	
Precipitación	8,60	13,10	23,50	64,60	80,10	101,70	78,20	71,10	33,00	6,70	2,6	4,5	487,70	
Kc	0,40	0,30	0,40	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60	0,40	0,15				
ET cultivo	59	38	52	82	74	65	68	69	53	56			616	
Demanda de agua (m ³ /ha)	1216	920	1299	1684	1177	0	0	574	577					7447
m ³ / riego / ha	588	588	588	588	588	0	0	588	588					
N° de riegos	2	1,5	2	3	2			1	1				13	
m ³ de riego/ha, aplicados	1176	882	1176	1764	1176	0	0	588	588					7350
Balance hídrico	-40,0	-38,0	-123,0	80,0	-1,0			14,0	11,0	0,0	0,0	0,0		-97
Estado de desarrollo plantas		3 Hojas		10 Hojas	12 Hojas Floración Pelos mazorca	1ª Espiga Fin de Polinización	Grano leche	Grano masa	Grano pasta seca	Grano duro	Grano listo para cosecha			

Elaboración: Sergio Quevedo Willis

- La ETP se ha calculado por la fórmula de Hargreaves.
- Demanda de agua, calculada por Fórmula de WPRS, Pág. 184 libro Manejo Cuencas Alto andinas de Absalón Vásquez
- Al considerar el volumen de riego y calcular la demanda de agua, se ha considerado una eficiencia de riego de 35%.
- El riego de agosto, es de remojo o "machaco" y equivale a un riego normal.
- Si se extrae agua para riego con una electro bomba de 8" un volumen de 70 litros/seg. Durante 7 horas, es decir $70 \times 60 \times 7 = 1'764.000$ litros.
- Se tiene 1764 m^3 , cantidad que alcanza para regar 3 ha al día. Entonces se requiere por hectárea: $1764/3 = 588 \text{ m}^3$.
- Los 588 m^3 que se usaría por hectárea se pueden obtener por una acequia con una capacidad de descarga aproximada de 23 l/seg. Regando durante 7 horas.

Cuadro 32. Temperatura, humedad relativa y precipitación. Valle del Cusco, (Cusco a Combapata) zona de vida: bosque húmedo-Montano (bh-M).

Promedio de 11 años de estación meteorológica de SENAMHI en Kayra 1968 – 1979

Altitud promedio: Entre 3 000 y 3 400 msnm - Latitud Sur 13 ° 30 ' a 15 40' - Longitud Oeste 71° a 72° 10, Provincias de

Cusco, Canchis y Quispicanchi

Parámetros climáticos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM	Total
Temperatura máxima (°C)	18,53	18,76	19,21	19,68	19,98	19,79	19,39	19,78	20,30	21,29	17,58	19,68	19,50	233,97
Temperatura mínima (°C)	6,93	7,18	6,36	3,83	0,38	-1,62	-1,93	-0,08	2,83	4,78	6,00	6,56	4,98	44,85
Oscilación (°C)	11,60	11,58	12,85	15,85	19,60	21,41	21,32	19,86	17,47	16,51	11,58	13,12	16,06	192,75
Temperatura media (°C)	12,72	13,00	12,76	11,98	10,22	9,04	8,73	9,94	12,18	12,89	13,30	13,11	11,66	139,87
Humedad relativa (%)	61,80	66,80	68,30	65,80	59,20	56,60	53,50	51,40	46,60	50,50	53,80	60,30	57,88	694,60
Precipitación (mm)	146,05	118,18	92,56	47,50	7,92	2,28	5,68	8,88	20,86	41,78	65,26	104,30	55,10	661,25
Heliofanía (horas de luz)	119,43	113,48	153,83	88,64	236,43	237,92	245,83	235,40	204,02	212,23	170,01	139,19	179,70	2156,41

Elaboración: Sergio Quevedo Willis

Cuadro 33. Cálculo de la demanda de agua para suelos zonales con vegetación natural madura. Valle del Cusco (Cusco a Cusipata). Cultivo del maíz Blanco Cusco.

	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	m ³ /ha
Evapotranspiración (mm)	102	122	146	152	153	156	130	129	110	102	81	86	1470	
Precipitación (mm)	8,88	20,86	41,78	65,26	104,30	146,05	118,18	92,56	47,50	7,92	2,28	5,68	661,25	
Kc	0,35	0,45	0,60	0,65	0,85	0,85	0,78	0,62	0,55	0,35				
ET del cultivo	36	55	88	99	130	132	102	80	61	36			818	
Demanda de agua (m ³ /ha)	916	1120	1504	1237	1146	0	0	0	621				6544	
m ³ riego/ha	588	588	588	588	588	0	0	0	588					
N° de riegos	2	2	2	2	2				1				11	
m ³ de riego/ha aplicados	1176	1176	1176	1176	1176	0	0	0	588					6468
Balance hídrico: m ³ /ha	260	56	-328	-61					-33	0				-76
Estado de desarrollo de las plantas		3 Hojas	10 Hojas	12 Hojas Floración Pelos Mazorca	1a Espiga de Fin Polinización	Grano leche	Grano masa	Grano pasta	Grano duro seco	Grano listo para cosecha				

Elaboración: Sergio Quevedo Willis

- La ETP se ha calculado por la fórmula de Hargreaves.
- Demanda de agua, calculada por fórmula de WPRS, Pág. 184 libro Manejo de Cuencas Altoandinas de Absalón Vásquez
- Al considerar el volumen de riego y calcular la demanda de agua, se ha considerado una eficiencia de riego de 35 %.
- El riego de agosto, es de remojo o "machaco" y equivale a un riego normal.
- Si se extrae agua para riego con una electro bomba de 8" un volumen de 70 litros/seg durante 7 horas, es decir $70 \times 60 \times 60 \times 7 = 1'764,000$ litros.
- Se tiene $1'764 \text{ m}^3$ cantidad que alcanza para regar 3 hectáreas al día. Entonces se requiere por hectárea: $1'764 / 3 = 588 \text{ m}^3$.
- Los 588 m^3 que se usaría por hectárea se pueden obtener por una acequia con una capacidad de descarga aproximada de 231/seg regando durante 7 horas.

11.7 Principales plagas y su control

El maíz en el Valle Sagrado no presenta problemas graves de ataque de insectos, pero es necesario hacer el control de aquellos cuyo ataque en campo o almacén producen daños económicos. A continuación trataremos de una breve descripción de las plagas en orden de importancia.

Podemos agrupar los insectos por el momento en que atacan a la planta o los órganos que afectan, incluyendo los granos en almacén.

11.7.1 Gusanos de tierra

- **Noctuidos o gusanos cortadores**

Son larvas de mariposas de la familia Noctuidae de la especie *Feltia experta* cuya actividad es nocturna, es decir que se alimentan de noche. Durante el día se esconden cerca de las raíces de las plantas de maíz. Son de color grisáceo que se enroscan en forma de “C” al molestarlas. Cortan las plántulas a ras del suelo desde que empiezan a brotar provocando su caída y muerte. Si los daños son severos por la muerte de muchas plantas es necesario resembrar. Hay que tratar la semilla con insecticida adecuado y realizar riegos pesados.

- **Gusano picador perforador de plantas tiernas**

Esta plaga pertenece al orden de los Lepidópteros, es la especie *Elasmopalpus lignosellus* de la familia *Pyralidae*. Es una polilla de color oscuro en su región torácica y amarillento en la abdominal, cuyas larvas atacan a las plantas tiernas hasta que tienen unos 20 cm de altura causándoles la muerte. También, los daños de las larvas provocan el secamiento y la muerte de la hoja central, afectando mucho la uniformidad de la población. Las larvas de 1,5 a 3 cm son de color amarillo pálido con líneas longitudinales rojizas. Al desarrollar se vuelven de color verde oscuro con líneas color marrón. Prefieren vivir en guaridas hechas de sus excrementos, terrones y pequeñas piedritas. Atacan desde la germinación comiendo el tallo, haciendo perforaciones al nivel del cuello. El control químico es realizado con aplicaciones de piretroides o carbonatos.

- **Gorgojos de las semillas en germinación y del cuello de plántulas**

Son de las especies del género *Puranius spp* de los *Curculiónidae*, conocidos como “cuchi cuchi”. Inician su ataque en los granos en germinación, comiendo

el germen y haciendo galerías. Se ha encontrado hasta 45 larvas por semilla en casos de ataque severo. Generalmente están presentes en veranillos que siguen a la siembra. En ocasiones obligan a hacer resiembra. Es recomendable tratar la semilla con insecticida adecuado y realizar riegos pesados.

- **Gusanos blancos o aradores**

Son de los géneros *Ciclosephala*, *Bothinus* y *Amphymailhum* de la familia *Scarabaidae* o *Coleóptera*. Las larvas que son grandes, de 2 a 3 cm de longitud y cerca de 0,5 cm de diámetro, producen daños en las raíces de plantas tiernas llegando a matarlas. Los adultos son escarabajos grandes de color marrón claro con bordes de los élitros más oscuros, que se alimentan de estiércol y materia orgánica (M.O.) en descomposición donde ovipositan. El amonio procedente de la descomposición de la M.O., es un poderoso atrayente para los escarabajos, que vuelan haciendo ruido y al posarse sobre las hojas de plantas adultas de maíz empiezan a raer las láminas o hacer daños cortando los bordes haciendo ruido como el de una motosierra. Los daños de los adultos son de menor consideración y es poco frecuente encontrar adultos en los maizales en el Valle Sagrado de los Incas, pero hay larvas en algunos campos matando plantas en sectores o “manchas” en especial donde se ha aplicado estiércol no descompuesto. Es necesario buscar en la base de las plantas que muestran marchitamiento o amarillamiento para hallar los insectos. Puede recogerse las larvas a mano como una medida de control cultural. En ocasiones de alta infestación en áreas más o menos grandes se procederá a regar el campo. En campos de pequeños agricultores las aves domésticas que con frecuencia entran al campo siguiendo al arado con yuntas, hacen una efectiva labor de recojo de larvas.

En la preparación del terreno es recomendable realizar araduras prolijas dejando que la tierra quede expuesta al sol y pasando rastra cruzada al campo para desmenuzar bien los terrones, así como hacer descomponer el estiércol para favorecer su fermentación. La descomposición en estercoleros o en montones, produce la elevación de temperatura, que puede llegar hasta los 70 °C, lo cual mata larvas de insectos y muchas semillas de malezas presentes en él. Una vez que la temperatura baja, debe hacerse un volteo del material y para propiciar su fermentación completa es necesario humedecerlo asperjando agua sin excederse en la cantidad añadida.

11.7.2 Gusanos del follaje

- **Cogollero**

Corresponde a la especie *Sodoptera frugiperda*, de la familia *Noctuidea*. Sus larvas son muy voraces. Los adultos son mariposas nocturnas, cuyas alas anteriores extendidas llegan a tener de 3 a 5 cm; son de color pajizo y presentan una mancha en forma de lúnula; las alas cerca al borde parecen ribeteadas con un color algo oscuro. La larva que es la que hace daños toma varias tonalidades desde amarillentas hasta casi verduscas con tres líneas longitudinales oscuras en el dorso y con pocos pelos blanco amarillentos.

Los daños ocasionados por el cogollero en las plantas tiernas es que come las hojas, llegando a destrozalas. En plantas más grandes perforan el cogollo o brote dejando gran cantidad de excremento. Cuando la hoja dañada desarrolla presenta una serie de perforaciones. Por lo general encontramos una sola larva en la planta atacada por que realizan canibalismo entre ellas. En ocasiones el insecto perdura en la planta adulta (en especial en la zona tropical) produciendo daños incluso en mazorcas, además de los destrozos que realiza en las hojas puesto que se aloja y desarrolla en el cogollo.

Esta plaga es la más generalizada del follaje y es la que ocasiona mayores daños visibles en cultivos de maíz Blanco Gigante Cusco del Valle Sagrado de los Incas, principalmente en siembras tempranas para choclo en Ollantaytambo.

Es recomendable hacer el control cuando la infestación está en cerca del 20 % de plantas atacadas; usando insecticidas en solución. Si la planta ya formó el cogollo para tener mayor éxito, hay que usar productos granulados aplicando el producto sólo a las plantas atacadas. El empleo de insecticidas a base de carbamatos, por ejemplo metomil mejora su acción al hacer una aplicación conjunta con *Bacillus thuringiensis*, pues una vez ingeridos por las larvas, les ocasiona la muerte. Para esto se emplea 100 g de esporas de *Bacillus* con 50 g de metomil en 200 litros de agua (30). Estas bacterias son producidas artificialmente y sus esporas se comercializan como un insecticida biológico.

- **Pulgones o áfidos.**

Pertenecen a la familia *Aphidae* y la especie es el *Rhopalosiphum maidis*. Son insectos pequeños cuyos adultos son de color amarillento a verde oscuro y atacan presentándose en colonias de numerosos individuos en el cogollo y en el envés de las hojas, con menos frecuencia están en las envolturas de la

mazorca o “pancas”, alimentándose de los jugos de las plantas. Las hembras son aladas y se movilizan para hacer posturas, los nuevos individuos y colonias amplían la infestación en el campo.

Por lo general se presentan cuando hay alteraciones climáticas, ya sea por exceso o ausencia de precipitaciones. El ataque de estos insectos es cada vez más frecuente en el Valle Sagrado de los Incas, aparentemente por el incremento de la temperatura y porque casi no existen los predadores y parásitos como *Hippodamia convergens*, *Chrysopa sp.*, *Syrphidae*, y/o pequeñas avispas parásitas del género *Aphidius*, etc., que eran comunes hasta hace pocos años. Es necesario propiciar la crianza de estos insectos porque el control químico en las plantas de maíz con más de 50 cm o en plantas adultas es impracticable. El control químico eficiente se logra en plantas de escasa altura con aplicaciones de Pirimor, Acetamidprid (ISO), Rescate, o con productos derivados de Rotenona.

El daño se produce porque las hojas picadas por los pulgones se encarrujan y por la excreción de una mielecilla donde se implanta el hongo llamado “fumagina” de color negro que cubre sectores del follaje e interfiere con la fotosíntesis. También puede ser que los pulgones sean portadores de algunas enfermedades producidas por virus.

- **Cigarrita Dálbulus**

Orden *Homóptera*, familia *Cicadellidae*. El daño directo por picadura de adultos o ninfas en las primeras etapas de crecimiento de las plántulas, es debido a que son transmisores del mollicute que produce el “Puca poncho”, enfermedad del complejo espiroplasma-fitoplasma, sumamente grave porque llega a matar plantas. En unas tres semanas desde el momento de la aparición de los primeros síntomas, llegan a secar las hojas y muerte de la planta.

Los síntomas iniciales son: debilidad de las plantas, proliferación de esbozos de mazorcas en cada nudo, amarillamiento del follaje al que sigue casi de inmediato un color rojizo en las hojas. Las hojas secas son quebradizas y se desprenden del tallo cuando se pretende cortar el follaje para aprovecharlo como forraje. La chala no es aceptada como alimento por el ganado vacuno. En algunos casos, los síntomas de la enfermedad se presentan en unas pocas plantas y en otros ataca todo el campo de cultivo, produciendo una pérdida completa de la cosecha.

Aparentemente en años en que se detecte adultos de *Dálbulus* en las primeras etapas de crecimiento de las plántulas, es indispensable hacer aplicaciones inmediatas de insecticidas piretroides que son fuertes, de acción rápida y drástica, con poder residual de unos 10 a 15 días.

Casi siempre se presentan en cultivos hechos fuera de la época apropiada y normal, ya sea en siembras adelantadas o “miscas” o en las atrasadas para producir choclo, aunque con mayor frecuencia se puede presentar en los sectores más bajos del Valle Sagrado de los Incas, o en otros lugares algo más calurosos como Limatambo (Anta), Curahuasi (Apurímac).

- **Cigarritas o empoascas**

Son *Cicanélidos*. Los daños indirectos de estos insectos son importantes porque son transmisores de virus que ocasionan diversas enfermedades, cuyos síntomas son amarillamientos, estriamientos cloróticos, etc. La cigarritas se presentan especialmente en plantas tiernas en condiciones de alteraciones climáticas ya sea falta de lluvias o elevación anormal de la temperatura. Los ataques de esta plaga también son favorecidos por una fertilización no balanceada y alta en nitrógeno. En casos de alteraciones climáticas en que se prevé un fuerte ataque, ante la aparición de los primeros insectos es necesario hacer un control químico preventivo utilizando algún piretriode.

- **Araña roja**

Es un ácaro cuya presencia en los cultivos viene haciéndose notoria en los últimos años, en especial en años secos. Aparentemente no es una sola especie, forman colonias en el envés de las hojas, que toman apariencia de estar coriáceas o ser hojas viejas, pierden su brillo y el color verde normal. Probablemente lleguen a interferir con la fotosíntesis y provocar disminución en los rendimientos y pérdida de calidad de la cosecha.

Si las plantas aún están tiernas se puede combatir con aspersiones de una solución de jabón o aplicaciones de peropal 500 SC. Es indispensable proteger los controladores biológicos, como los del género *Phytoseiidae* (CATALÁN W) que existen en forma natural, no abusando de insecticidas de tipo total. En cultivos con plantas desarrolladas de más de 60 cm la aplicación de algún producto por aspersiones manuales o mecanizadas es problemática, casi imposible.

11.7.3 Gusanos de la mazorca

- **Gusano mazorquero o choclero**

Es un Lepidóptero noctuido de la especie *Helicoverpa zea* (antes *Heliothis zea*), es el insecto que más daños ocasiona en la mazorca. Afortunadamente su incidencia no es tan grave en las siembras para grano en la época normal en el Valle Sagrado de los Incas. Se le encuentra en porcentajes bajos pero produciendo daños de consideración en pocas mazorcas.

El insecto adulto o sea la mariposa es de color amarillo pajizo, sus alas anteriores presentan bandas oscuras con una mancha de forma de herradura de color más intenso en la hembra. Ésta presenta el abdomen más ensanchado y alargado en el extremo. La hembra puede depositar entre 500 y 3 000 huevos aislados uno de otro en las “barbas” o estigmas del choclo. Los huevos son esféricos con estrías paralelas (parecen zapallitos) de color crema. Cuando las larvitas eclosionan empiezan a alimentarse de los estigmas y avanzan hacia la punta de la mazorca, continúan creciendo y alimentándose de los granos lechosos, dañándolos a su paso. Cuando adultas las larvas son de color verde claro a marrón con una franja crema a cada lado. Al final de su estado de desarrollo larval perforan las brácteas o pancas donde dejan una perforación circular y bajan al suelo para empupar.

El único momento de controlar al insecto se presenta cuando las pequeñas larvas están intentando ingresar al choclo y están visibles en las barbas de los choclos o estigmas que aún permanecen frescas. Si las larvas han penetrado al choclo es muy difícil su control, las aplicaciones de agroquímicos tienen que estar dirigidas y aplicadas choclo por choclo usando jeringas, si no se realiza el control, causarán daño en la mazorca y en los granos.

Una alternativa para su control es la aplicación de aceite vegetal, depositando dos o tres gotas en el punto superior de las brácteas (pancas) sobre las barbas en estado de “pincel” de cada choclo. Puede usarse también *Bacillus thuringiensis*, insecticidas piretroides de baja contaminación y escaso poder residual. De ninguna manera se deberá usar insecticidas fosforados, y menos los clorados que ya están vetados en el país, pues son altamente contaminantes y pueden producir serios daños en los consumidores del grano. En el caso de cultivos para choclo se debe tener mayor cuidado. Los insecticidas clorados persisten aún en los granos de exportación, casi seis meses después de su aplicación son detectados por los países que compran los granos para su transformación primaria para el consumo humano.

- **Gusano perforador de las mazorcas**

En el Valle Sagrado de los Incas, es de menor importancia que el gusano mazorquero insecto. Es también un lepidóptero, de la familia *Pyralidae* y especie *Pococera atramentalis*. La mariposa adulta es de color grisáceo a marrón, de unos 2 cm de expansión de alas, presentan manchas irregulares en el primer par de alas. La hembra hace sus posturas en forma individual en los pelos o barbas del choclo. Los huevos son chatos de color crema. Las larvas son de color verde con 4 líneas amarillas longitudinales. Las pupas quedan en la planta. Los daños los encontramos en granos en proceso de maduración, dejando abundante excremento adherido por hilos finos.

- **Moscas de la mazorca**

Son dípteros de la especie *Eusexta sp*, se presentan cada vez con más frecuencia aún en mazorcas no dañadas por otros insectos (mazorquero), que tienen mala cobertura de brácteas o cuando éstas han sido dañadas por algún animal (aves, roedores). Las larvas comen granos hacia el extremo de la mazorca, dejando materia fecal. La larva es de unos 5 mm de longitud, carecen de patas, su cabeza es muy pequeña, de forma casi terminada en punta con unos ganchitos que son sus mandíbulas. Su importancia económica adversa radica en el hecho de que favorecen la proliferación de podredumbres de la mazorca producidas por el hongo *Diplodia*.

- **Gorgojo de los granos**

Es un coleóptero pequeño de la especie *Pagiocerus frontalis* que vuela. Tiene alas membranosas y en algunas ocasiones hace daños en las mazorcas en campo, sobre todo en las mazorcas con mala cobertura de las brácteas. De ahí pasa a dañar granos en los secaderos (colca o tendal), luego en el almacén causa el mayor daño. Al multiplicarse regresa al campo. Es una plaga potencial cuyo control no hay que descuidar es de fácil multiplicación y diseminación.

11.8 Principales enfermedades y su control

Las enfermedades reducen los rendimientos y disminuyen la calidad de las cosechas en proporciones diversas de acuerdo al momento en que se presentan, a los órganos que atacan y a la gravedad del daño producido. Para el caso del Valle Sagrado de los Incas podemos agruparlas considerando el órgano de la planta donde son más notorios los síntomas y daños. A continuación las mencionaremos en orden de importancia.

11.8.1 Pudriciones de las raíces y tallos

Son varios los microorganismos causantes, entre los cuales están: *Gibberella fujikuroi*, *Gibberella zeae*, *Phytium aphanidermatum*, etc. ven favorecida su presencia y ataque por la alta densidad de siembra y condiciones de humedad y temperatura elevadas para la zona.

11.8.2 Enfermedades de los tallos y mazorcas

- **Fusariosis**

Las especies del patógeno son dos:

- a) *Fusarium moniliforme* (su estado perfecto es *Gibberella fujikuroi*), se hace más evidente cerca a la floración de las plantas, en zonas calientes y secas.
- b) *Fusarium graminearum* (estado perfecto es *Gibberella zeae*) predomina más en zonas o temporadas templadas o frías que en condiciones de trópico. Es una de las enfermedades más severas en cuanto a pudriciones. Sus síntomas son muy parecidos a los producidos por *Diplodia*; es necesario ver los cuerpos fructíferos para diferenciarlos. Las plantas marchitas y secas permanecen paradas y desarrollan lesiones marrón oscuro en los entrenudos inferiores. Al abrir los tallos vemos los vasos del floema de una coloración marrón oscuro, puede presentarse la misma coloración en todos los tejidos. En los estados finales de la infección desaparece el tejido parenquimatoso y solo quedan los vasos.

La podredumbre de las mazorcas por las *Gibberellas* (estados imperfectos de *Fusarium*) se presentan, por *G. zeae* en lugares fríos y húmedos, o cuando hay periodos con temperaturas más bajas en el Valle Sagrado de los Incas, produciendo una coloración rosada o rojiza en los granos atacados, mancha que comienza en la punta



Foto 48. Planta muerta con Fusarium.

de las mazorcas. Es visible el micelio rojizo que crece sobre los granos. Con relativa frecuencia se le halla en el maíz Blanco Gigante Cusco en años muy lluviosos o cuando hay lluvias tardías hasta una época muy cercana a la cosecha.

La pudrición por *Gibberella fujikuroi* es conocida como pudrición de los granos por *Fusarium*; muy común en lugares de clima cálido y húmedo o seco. Esta especie se ve con más frecuencia en el Valle Sagrado de los Incas. Daña granos individuales o áreas pequeñas de varios granos juntos en las mazorcas. Los granos infectados desarrollan un micelio algodonoso y pueden llegar a germinar cuando están en el ráquis; en infecciones tardías presentan una rayado en el pericarpio; también es común encontrar al patógeno cuando existen daños de barrenadores en las mazorcas. Es recomendable desinfectar la semilla para prevenir el ataque.



Foto 49. Mazorca con *Fusarium* (*Gibberella zeae*).

11.8.3 Enfermedades de las hojas

- **Helminthosporiosis**

Esta enfermedad es producida por el hongo *Helminthosporium turcicum*. Sus síntomas tienen forma de manchas alargadas acuosas, ligeramente ovaladas, irregulares y de color verdoso a pajizo con los bordes oscuros. Pueden llegar a tener hasta 4 cm de ancho y 15 de longitud. Primero atacan las hojas inferiores o más viejas y avanzan hacia las superiores. Las hojas con lesiones terminan por secarse. Aparentemente esta enfermedad está presente con mayor intensidad en etapas más



Foto 50. Hoja con *Helminthosporium*.

tempranas del desarrollo del maíz Blanco Gigante Cusco, la consecuencia negativa de su ataque es más notoria en el rendimiento y en la calidad de los granos. Los granos no tienen peso normal y pareciera que no llegan a madurar completamente.

Durante el crecimiento del maíz, las esporas que flotan en el ambiente llegan a las mazorcas e infectan los granos. Al sembrar estos granos aparentemente sanos, el hongo se desarrolla paralelamente a la planta, a la que mata o produce el estancamiento de su desarrollo, presentando fallas en el campo. Para evitar el ataque se recomienda la desinfección de la semilla.

- **Cercosporiosis**

Enfermedad producida por el hongo *Cercospora sorghi*: los síntomas de su ataque son manchas alargadas rectangulares pequeñas que crecen paralelas a las venas en las hojas, similares a las ocasionadas por *Helminthosporium*, pero sin bordes oscuros. Aparentemente ambas enfermedades están atacando conjuntamente. Quedan en residuos de plantas enfermas, por esto es bueno también desinfectar la semilla.

- **Roya común**

Es producida por el hongo *Puccinia sorghi*; otra enfermedad muy difundida, se presenta hacia el final de período vegetativo sin que aparentemente cause daños en las cosechas. Sin embargo hace unos 8 a 10 años se está presentando con intensidad mucho antes, incluso en plantas tiernas. Es característica de esta enfermedad que las lesiones se presentan en ambas caras de las hojas y vainas en forma de pústulas ovales y alargadas de color marrón, que al madurar son de color negruzco antes de soltar las esporas.

11.8.4 Enfermedades de las mazorcas y granos

- **Carbón**

Esta afección es producida por el hongo *Ustilago maydis*, sus síntomas son observados en muchas partes de las plantas: raíces adventicias, tallo, hojas, estigmas, panojas y mazorcas. Forman tumores o nódulos de diverso tamaño y forma de consistencia blanda que inicialmente son de color blanco y están cubiertos por una membrana. Al madurar adquieren color negruzco, momento en que el tumor se rompe y libera las esporas del hongo, las cuales se conservan en el suelo, en el estiércol y en la semilla. No producen infección en el mismo año, pues requieren reposo. La infección comienza cuando el hongo penetra en la planta joven y se localiza en alguna parte de la planta donde desarrolla hasta mostrar los síntomas de la enfermedad. Es recomendable desinfectar la semilla.



Foto 51. Carbón en granos y mazorca.



Foto 52. Carbón diseminando esporas.

- **Podredumbre de las mazorcas**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Diplodia spp*, Aunque no es muy frecuente, está presente en condiciones de clima templado y caluroso con alta humedad. Las “pancas” o brácteas de las mazorcas atacadas presentan áreas decoloradas que en corto tiempo llegan a secar completamente. La mazorca se seca aunque la planta aún está verde; al abrirla la mazorca está floja y amarillenta con una formación algodonosa entre los granos. Al madurar la planta vemos en los granos una gran cantidad de corpúsculos negros, son las formaciones del hongo que sirven como inóculos para diseminar la enfermedad en la siguiente siembra.

11.8.5 Recomendación sanitaria preventiva contra las enfermedades y los insectos que atacan al inicio del desarrollo de las plantas

Considerando las principales enfermedades y plagas del inicio del desarrollo del maíz es bueno considerar lo siguiente:

- a. La presencia de órganos reproductores de hongos obliga que sea indispensable la desinfección de la semilla contra estos patógenos, junto con la aplicación de algún insecticida adecuado para la protección contra los principales insectos que atacan en las primeras etapas de crecimiento de las plantas.
- b. Inmediatamente antes de usar la semilla en la siembra, es recomendable tratarla contra hongos e insectos impregnando los productos químicos en su superficie. Para facilitar la adherencia es necesario humedecer ligeramente la semilla, añadir el insecticida y el funguicida, mezclar y remover para que los productos químicos cubran toda la superficie de los granos. Puede utilizarse como antimicótico algún producto mercurial como Homai o Captan y entre los insecticidas algún producto tal como Gaucho, Orthene, Vencetho, etc. para combatir el ataque de insectos que dañan las plantas tiernas.
- c. Puede emplearse también Desinfek PS que es un producto compuesto de fungicida e insecticida que actúa contra chupadera fungosa o fusariosis y contra gorgojos y gusanos del suelo respectivamente.

11.9 Control de malezas

El control de malas hierbas es de gran importancia en las primeras etapas de desarrollo del maíz, desde la siembra hasta los 30 a 40 días, porque compiten por agua, luz y nutrientes con el cultivo. El daño que produce una alta infestación de malezas en esta

etapa que se considera crítica, es irreversible; y la influencia negativa en la cosecha es notoria. Para evitar la invasión temprana de malezas hay que realizar una buena preparación del suelo. El riego inicial de remojo o machaco es el indicado para hacer que germinen las semillas de mayoría de malezas. Al realizar la preparación del terreno, la aradura del suelo “a punto” voltear la capa superficial y la desterrona provocando la destrucción de las malezas en brotamiento (en inicio de desarrollo).

Aproximadamente a los dos meses de la siembra, con el primer aporque se realiza un ligero deshierbo, cuando la siembra y las labores culturales son hechas en forma manual. Actualmente es difícil pensar en hacer deshierbo manual en campos o extensiones mayores a las dos hectáreas manejadas por un productor, por la gran cantidad de mano de obra que se requiere y el elevado costo que significan los deshierbos necesarios. El daño mecánico que se ocasiona en el sistema radicular y en el follaje, es mayor en plantas más altas de maíz. Por otro lado es escasa la mano de obra, debido a que las labores agrícolas deben ejecutarse casi simultáneamente en todos los cultivos de maíz del Valle, ya que la siembra es realizada en el lapso de un solo mes aproximadamente.

Si la siembra es mecanizada, el aporque debemos efectuarlo cuando las plantas están de unos 40 cm, también se aprovecha para hacer el desmalezado mecánico. En las siembras mecanizadas, generalmente y de inmediato al aporque hay que aplicar un herbicida tipo Atrazina u otro similar, utilizando 0,75 kg/ha a 1,5 kg/ha como pre emergente, rociando la solución en el espacio entre los surcos. Los principales herbicidas posibles de aplicar son: Gesaprim, Lorox, Lazo, Fitoprim, Maicero, Ranger, Atranex, etc; también Gesapax, Atramet combi. Estos herbicidas son específicos y selectivos para maíz, sorgo y caña de azúcar; son sistémicos y de buen poder residual. Actúan en aplicaciones tempranas contra malezas de hoja ancha (no más de 3-4 hojas) y contra malezas de hoja angosta (no más de 1 a 2 hojas).

Contra malezas de hoja ancha y Ciperáceas como “coquito”, usar Bentazón (Basagrán) como post emergente, en dosis de 2,5 l/ha a 3,5 l/ha, cuando las malezas tienen 2 a 5 hojas.

Hay un buen efecto del herbicida cuando la aplicación es en terreno húmedo. Por otro lado la idea es no permitir que las malezas produzcan semilla para evitar una nueva infestación del campo.

Después del aporque la sombra de las plantas de maíz dificulta el desarrollo de las malezas que pudieran instalarse en el campo, y su efecto sobre el rendimiento del maíz es menor. Algunas malas hierbas son hospederas de insectos y hongos; es necesario observar las especies para hacer deshierbos complementarios si así fuera necesario.

Especial referencia debe hacerse al kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), que puede invadir el campo en una sola campaña debido a que el clima benigno con escasas heladas, le permite rebrotar y desarrollar fácilmente con una mínima humedad y propagarse vegetativamente por estolones si no se lo extirpa del campo. También se propaga por semillas que pueden llegar al campo en el estiércol sin fermentar o descomponer. Para extirpar el kikuyo del campo es necesario sacar todo el material vegetativo incluyendo estolones y raíces para hacerlo secar completamente, quemarlo al borde del campo o hacer compost utilizando este material teniendo la precaución de que sea completa su humificación antes de aplicarlo al campo.

En el Valle Sagrado de los Incas, y hacia la época en que las mazorcas de maíz están en pleno desarrollo se observa en muchos campos la invasión de malezas “benéficas” constituidas especialmente por trébol carretilla, que es una leguminosa anual de desarrollo exuberante que con su sistema radicular añade materia orgánica al suelo y con sus nódulos radiculares contribuye a incorporar nitrógeno, favorece el desarrollo de fauna benéfica y proporciona abundante materia verde. Después de la cosecha del maíz, dejar la leguminosa sobre los surcos como “mulch”, aunque tiene mejor utilización como forraje al pastoreo.

11.10 Cosecha

Si el cultivo es para choclo, la cosecha consiste en la extracción de las mazorcas inmaduras y el corte de los tallos. Por lo general es costumbre vender las plantas en pie y el comprador se encarga de la cosecha dejando el follaje para el productor.

La cosecha para grano puede realizarse cuando las mazorcas han llegado a la madurez fisiológica, en el Blanco Gigante Cusco es hacia los 180 a 210 días de la siembra y 120 a 140 días de la floración, aproximadamente a fines de abril (3). En este momento el grano tiene entre 25 % y 30 % de humedad, ha completado el desarrollo y sus condiciones de sanidad son óptimas para utilizarlo como semilla o adecuadas para la exportación.



Foto 53. Campo para cosecha con extracción de mazorcas.



Foto 54. Cosecha extrayendo mazorcas enteras.



Foto 55. Cosecha, corte de plantas secas.



Foto 56. Corte de follaje para cosecha.



Foto 57. Cosecha de campo con alta tecnología.



Foto 58. Cosecha de campo con baja tecnología.

En años secos la cosecha es en abril, mientras que en años en que llueve hasta dicho mes y el follaje continúa verde, la cosecha se atrasa a veces hasta fines de mayo.

De todos modos antes de proceder con la cosecha es necesario esperar que el follaje presente síntomas como el marchitamiento y secado de las hojas, que avanza de las hojas inferiores hacia las superiores. En este momento el grano ya ha pasado de pastoso a duro y las mazorcas demorarán menos en los secaderos (colcas o tendales).

Tanto en los cultivos para choclo como en aquellos para grano conviene hacer un muestreo para cerciorarse del estado de maduración.

La cosecha para grano es una de las labores que más mano de obra requiere; todas las operaciones postcosecha deben ser realizadas manualmente.

Puede procederse de dos formas: El corte del follaje dejando las plantas acomodadas en lo que llaman “las fichas” o simplemente al cortarlas las dejan transversalmente a lo largo de los surcos. En ambos casos las plantas deben perder humedad antes de extraer las mazorcas con brácteas o sin ellas para llevarlas al secadero. Puede también llevarse las plantas al tendal preparado y extraer las mazorcas ahí. Al acomodar las mazorcas conviene separar las atacadas de enfermedades e insectos para colocarlas separadas de las sanas.

Acomodadas las mazorcas en el tendal puede apreciarse que normalmente existe aproximadamente un 5 % de mazorcas con podredumbre y en algunos casos llega incrementarse hasta un 25% como consecuencia de lluvias tardías. La podredumbre es causada por *Fusarium*, *Gibberella*, *Aspergillus*, etc. No es significativa la presencia de mazorcas dañadas por *Helicoverpa* o gusano mazorquero. Es más frecuente encontrar daños de moscas y gorgojos.

11.10.1 Secado y tipos de secaderos

Una vez extraídas las mazorcas hay evitar su humedecimiento por lluvia o por humedad del suelo, para lo cual es necesario extenderlas o acomodarlas paradas sobre su punta y colocadas encima de retama, rastrojo, paja o mantas de arpillera para el piso del secadero. Cada vez es más difícil encontrar retama, pues hay una gran depredación de esta especie que protege el suelo en las laderas o riberas de ríos y cauces de agua. Hay la tendencia a reemplazarla con arpillera en mantas, para lo cual es conveniente organizar el tendido de las mazorcas en hileras o surcos.



Foto 59. Tendal de maíz Blanco Gigante Cusco.



Foto 60. Tendal de maíz de agricultura tradicional.



Foto 61. Secadero de pequeño agricultor, tipo gallinero.



Foto 62. Tendal de maíz Blanco Gigante Cusco de media y alta tecnología.

Si las mazorcas han estado extendidas, cuando estén más o menos secas, son colocadas haciendo surcos o hileras para facilitar el tránsito de los obreros al entrar al secadero a efectuar los volteos necesarios.

Otra forma de organizar el tendal y que facilita el secado consiste en colocar las mazorcas paradas sobre la punta y colocadas unas al lado de otras. Tiene como inconveniente requerir bastante mano de obra adicional para este acomodo. Finalmente al hacer también surcos o hileras de mazorcas posibilita el ingreso de obreros para labores adicionales. Últimamente se está difundiendo la utilización de mangas plásticas extendidas sobre las hileras para proteger la cosecha de las lluvias que ocurren con regularidad y durante varios días entre junio y agosto, precisamente cuando las mazorcas están secando en los tendales.

El secado demora entre 30 y 45 días, dependiendo de las condiciones del clima.

Da muy buen resultado el uso de secaderos aéreos tipo jaula (foto 61), con estructura a base de palos, con paredes de malla y con techo. La malla que circunda todo el depósito facilita la circulación de aire y acelera el secamiento. Su inconveniente es la elevada inversión inicial, además que no es factible ni práctico construir este tipo de secadores para cosechas de áreas mayores a una hectárea.

11.10.2 Desgrane, selección y clasificación

El proceso de secado de la cosecha finaliza cuando al hacer una ligera torsión de las mazorcas, estas crujen con un sonido característico y es fácil desgranarlas manualmente.

En el desgrane manual, se separan los granos en:

- Punta y cabeza,
- Manchados (p'aspas)
- Podridos con ataques de enfermedades (h'uttu)
- Broza de la parte central de la mazorca, en la que los granos mayormente son planos. Los granos de esta porción de la mazorca, que representa casi un 60 % de la cosecha en condiciones de un cultivo bien llevado, son pasados por zarandas para clasificarlos en diferentes calibres de acuerdo a las exigencias del mercado. De todos modos, en cada categoría debe hacerse una nueva selección manual para separar los granos descartables; manchados, con daños de insectos, quebrados, globosos conocidos como "lumpus", etc, que no son aptos para la exportación.

Algunos productores tienen zarandas especiales que permiten separar los granos en broza en diferentes tamaños y formas, ahorrando mano de obra en esta labor que es bastante tediosa.

11.10.3 Características del grano de exportación

Los granos deben provenir de mazorcas de forma elíptica que es la característica de la variedad y también de aquellas de forma cilíndrica, que tengan en promedio una longitud de 17cm, con 8 hileras y 20 granos por hilera.

Los granos requeridos por el mercado internacional deben tener las siguientes características generales: completa pureza varietal, excelente apariencia y sanidad, forma plana casi circular, textura suave harinosa, color blanco, uniformes en peso, longitud, ancho y espesor. Además deben estar con 10 a 12 % de humedad. La partida o nomenclatura arancelaria del maíz en grano de la variedad Blanco Gigante Cusco es 1005.9090.10, a agosto de 2008.

La exigencias en peso de acuerdo a la calidad clasificada o calibre se refieren al número de granos por onza de 28,35 gramos. Se tiene las siguientes calidades: de granos: *

- **Primera o Calibre I**

Son los granos obtenidos con zaranda de 15,5mm, no pasan por las perforaciones por tener mayor dimensión en longitud y ancho. En una onza de 28,35 gramos deben haber entre 24 y 27 granos. El peso de 1000 granos debe oscilar entre 1118,25 a 901,85 gramos

- **Segunda o Calibre II**

Son los granos obtenidos con zaranda de 13,5 mm, es decir que no pasan por las perforaciones por tener mayor dimensión en longitud y ancho. En una onza de 28,35 gramos deben haber entre 28 y 32 granos. El peso de 1000 granos debe oscilar entre 1012,5 a 885,93 gramos.

- **Tercera o Calibre III**

Son los granos obtenidos con zaranda de 12 a 11,5 mm, es decir que no pasan por las perforaciones por tener mayor dimensiones en longitud y ancho. En una onza de 28,5 gramos deben haber entre 33 y 36 granos. El peso de 1000 granos debe oscilar entre 859,09 a 787,5 granos.

* (“Maíz Blanco Gigante para el mundo” Gerencia de Promoción de Inversiones, Región Inka; Cusco - Perú).

11.11 Almacenamiento

El almacén de granos de maíz debe estar ubicado en un lugar seco, fresco, debe tener una humedad menor de 15 % y cerca de 12 °C de temperatura. En estas condiciones prosperan menos las plagas y las enfermedades de granos almacenados. El grano del Maíz Blanco Gigante Cusco es bastante grande y suave o de escasa consistencia y susceptible a sufrir daños por mal manejo, asimismo por plagas y enfermedades de almacén.

Conviene que el piso y el zócalo de 1 m de alto sean de cemento, para evitar pequeñas grietas o rendijas que pudieran albergar insectos y facilitar una buena limpieza antes de utilizar el almacén cada año. El techo debe estar en buenas condiciones para evitar la entrada de roedores, aves u otros animales o tener goteras si hay lluvias extemporáneas. Las ventanas deberán abrirse a voluntad, pero siempre teniendo la protección de una malla metálica que impida el paso de roedores u otros animales pequeños.

Un almacenamiento deficiente puede ocasionar daños leves a severos en los productos cosechados causando pérdidas que incidirán en menores ingresos para el productor.

El maíz puede permanecer en almacén desde julio hasta noviembre. Muy rara vez o solo en pequeña escala puede sobrepasar este período. En este caso es necesario tomar medidas severas de control de la humedad, limpieza, desinfección y control de plagas y patógenos.

Para almacenar la cosecha, es indispensable que el grano esté completamente seco al ambiente, debe tener entre 10 % y 12 % de humedad; asimismo estar desgranado y en envases o sacos adecuados.

Conviene colocar ordenadamente las rumas de sacos sobre parrillas de madera que permitan una ventilación por debajo. No colocar más de diez sacos uno sobre otro para evitar que el peso quiebre granos en los sacos de la base. Las rumas no deben tener más de 4 m a 4,5 m de alto. Hacer filas de sacos, dejando espacios de por lo menos un metro entre ellas para facilitar el control de cualquier incidencia extraña; realizar los volteos si fueran necesarios y el carguío ordenado en la comercialización.

Es recomendable dejar cerca de 50 cm entre las rumas de sacos y también entre las rumas y las paredes. Los sacos deben estar en forma tal que sobre dos sacos colocados lado a lado en forma longitudinal, sean acomodados dos sacos dispuestos en forma transversal. Sobre estos, nuevamente dos longitudinales y encima nuevamen-

te dos en forma transversal. Es decir que sobre dos sacos colocados en forma horizontal, van dos sacos transversalmente y así sucesivamente hacia arriba.

Pocos productores considerados grandes tienen alguna infraestructura dedicada especialmente al almacenamiento de maíz Blanco Gigante Cusco, y aún ellos carecen de las instalaciones indispensables para controlar la ventilación y circulación de aire, para hacer posible la hermeticidad del ambiente con el fin de controlar la temperatura, hacer una fumigación o un tratamiento de emergencia contra roedores o plagas de los granos almacenados.

Los pequeños productores guardan su cosecha de maíz desgranado o aún sin desgranar en habitaciones o depósitos de sus viviendas habilitadas temporalmente para este fin, solamente eliminando las mazorcas y granos dañados. En estas condiciones existe gran posibilidad de ataques de roedores, polilla o gorgojos y aún de hongos remanentes de una campaña a otra, pues a lo sumo puede barrerse; no es posible hacer desinfecciones o una limpieza a fondo ya que no tienen piso ni zócalos de cemento y están bajo el mismo techo de las viviendas.

11.12 Producción de semilla

Muchos agricultores aún no le dan la importancia debida a la semilla Básica o Registrada, proveniente de semilleros inscritos en el PEAS-INIA y cultivados para tal fin, siguiendo la tecnología propia para la producción de semilla de maíz de las diferentes categorías. Hay situaciones que no son fácilmente practicables, por ejemplo el aislamiento de otros campos de maíz aún de la misma variedad, la extensión mínima que deben tener los semilleros, etc. En realidad casi todo el valle se siembra en un solo mes del año con maíz, en especial el Blanco Gigante Cusco. Salir de esta época ocasiona problemas de productividad y sanidad con el cultivo, también en la cosecha.

Otra razón para prescindir del uso de semilla proveniente de semilleros es la idiosincrasia de los productores, quienes son muy reticentes a utilizar semilla que no sea la suya, piensan que “su semilla” es la mejor del valle. Esto ocasiona problemas en los cultivos de los pequeños productores por pérdida de variabilidad debido a que manejan las mismas poblaciones pequeñas durante muchos años, viéndose señales de aparente consanguinidad o endocría en algunas de estas cosechas.

Es poco difundida en la zona la utilización de semilla producida en semilleros de instituciones públicas como INIA y el Ministerio de Agricultura, ya sea de las categorías Fundación, Básica o Certificada. Esta semilla se produce en pequeños volúmenes y se comercializa mayormente para productores de otras zonas de la región y del país.

Entre los productores, es generalizada la metodología de selección de las mejores mazorcas escogidas en el propio tendal para la formación del material para semilla en la campaña siguiente. Algunos productores están comenzando a producir semilla seleccionando plantas en campo. Con las mazorcas de estas plantas selectas, si es que son de características apropiadas, siembra “su semillero” aunque sin el debido aislamiento, ni inscripción y sin ninguna verificación (que no debe llamarse inspección) a parte de la suya. La cosecha de las mejores plantas y mazorcas se ve incrementada anualmente con mazorcas seleccionadas de toda su producción. En la cosecha de sus “semilleros” igualmente hacen una nueva selección de las mejores mazorcas

A fin de que los semilleros tengan realmente el calificativo y cumpla con los fines correspondientes, los productores interesados en producir semilla deben inscribirse en el PEAS-INIA y en cada campaña inscribir el campo semillero a fin de que la entidad oficial realice las inspecciones necesarias según las normas legales vigentes con personal especializado. Las inspecciones mínimas deben realizarse en tres momentos:

- a) En la siembra.
- b) En la polinización.
- c) En la cosecha.

El precio de la semilla representa alrededor del 10 % del total de insumos y sólo entre el 3 % al 5 % de los gastos directos del total de costos de producción. Alrededor del 65 % son los otros gastos directos (insumos, maquinaria y mano



Foto 63. Selección de plantas para semilla

de obra). Aproximadamente el 40 % a 45 % son gastos indirectos (renta de la tierra, gastos de administración, imprevistos, leyes sociales, etc.).

La semilla es responsable del 50 % a 60 % de la futura cosecha; un 20 % depende de los otros insumos y de 20 % a 30 % de la ejecución eficiente y oportuna de las labores culturales. Por ello la utilización de una excelente semilla debe tener una alta prioridad e importancia por el alto significado que tiene dentro de la estructura de los costos de producción.

PRODUCCIÓN, PRODUCTIVIDAD Y PRECIOS EN CHACRA DEL MAÍZ BLANCO GIGANTE CUSCO POR PROVINCIAS Y DISTRITOS

12.1 Producción

- **Provincia: Urubamba y sus distritos**

En la provincia de Urubamba la extensión cultivada para la producción de grano es casi el doble al área dedicada a la producción de choclo, siendo el distrito de Ollantaytambo el que dedica mayor extensión para ambos tipos de cultivo y el que llega a los más altos índices de rendimiento. El precio promedio de grano es mayor en Huayllabamba, probablemente porque la calidad del grano puede ser algo superior en general, pues se trata de un área en quebrada que tiene tradición de producir el mejor maíz del valle. La diferencia en precio no es significativa entre los distritos, excepto en Yucay donde predominan el minifundio y la producción para consumo local, salvo excepciones de algunos pocos predios. El mayor precio que obtienen por choclo en Ollantaytambo, es debido a oportunidad de venta. Este distrito produce para choclo con siembras adelantadas; y por supuesto, la cosecha adelantada le da la oportunidad de lograr mayores precios.

Cuadro 34. Área cultivada (ha) con maíz Blanco Gigante Cusco en los distritos de Urubamba. Años 2007 - 2011.

Grano	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio/año
Huayllabamba	580	600	729	432	559	580
Ollantaytambo	1 020	800	910	542	595	773
Urubamba	630	740	660	398	600	606
Yucay	405	430	355	217	310	343
Total	4 642	4 578	4 663	3 599	4 075	4 311
Promedio	928	918	935	842	819	608
ha perdidas	0	10	11	613	21	131

El área total sembrada en promedio está entre 4000 y 4500 ha anualmente, excepto el año 2010 que fue sólo 3 500 ha, año en que se perdió por diversos motivos un área mayor de 613 ha, lo que no sucedió los otros años en que las pérdidas de áreas en cultivo fueron mínimas.

Cuadro 35. Producción de grano (t) y precio promedio en chacra (S./kg) en los distritos de Urubamba. Años 2007-2011.

Grano	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio/año
Huayllabamba	2 320	2 400	2 916	1 728	2 236	2 320
Ollantaytambo	3 060	2 400	3 130	2 018	2 083	2 538
Urubamba	2 520	2 960	2 640	1 592	2 400	2 422
Yucay	1 620	1 720	1 420	868	1 240	1 374
Total	11 527	11 488	12 115	8 216	9 970	8 654
Precio promedio (S./kg)	1,33	1,67	3,04	2,63	2,15	2,16

El distrito menos productivo es Yucay con 1 374 kg/ha. El resto está sobre los 2 300 kg/ha en promedio. La producción total osciló aproximadamente entre 10 000 y 12 000 t anualmente, excepto el año 2010 en que sólo fue de 8 216 t. El precio promedio por kilogramo subió a partir del año 2007 de 1,33 S./kg hasta 3,04 S./kg el 2009, baja los dos siguientes años hasta 2,15 S./kg. El promedio de precio es 2,16 S./kg.

Cuadro 36. Área (ha) de producción de grano (t) y rendimiento unitario (t/ha) en la provincia de Urubamba. Años 2007-2011.

	2007	2008	2009	2010	2011	Total
ha	4 642	4 578	4 663	3 599	4 075	4 311
t	11 527	11 488	12 115	8 216	9 970	10 663
t/ha	2,48	2,51	2,60	2,28	2,44	2,43

El área promedio está cercana a las 4 000 ha anualmente. La producción total al año varía entre 8 216 t y 12 115 t, con un promedio de 4 311 t anuales.

El rendimiento medio anual está alrededor de 2,50 t/ha, y el promedio de los cinco años es de 2,43 t/ha. El año 2010 fue de menor rendimiento unitario, probablemente por condiciones climáticas algo inadecuadas. En el año 2009 el rendimiento promedio fue algo superior consecuentemente el volumen total de producción fue también algo más alto, como se ve en el cuadro 36.

- **Provincia: Calca y sus distritos**

La extensión cultivada para la producción de grano es mucho mayor que el área dedicada a la producción de choclo en la provincia de Calca, siendo el distrito de Calca el que dedica mayor extensión, y con el distrito de Taray llega a los más altos índices de rendimiento. El precio es menor en Calca en comparación con el resto de distritos. El precio promedio de choclo es mayor en Coya y Lamay debido que los predios que se dedican a producir choclo tienen mejor ubicación respecto a la carretera. La diferencia en precio no es significativa entre los otros distritos.

En el distrito de Calca se encuentran el mayor número de predios “grandes”, conducidos.

En forma directa por sus propietarios en los que se aplica tecnología superior a la aplicada en los predios medianos y pequeños. Reflejo de ello pueden ser los rendimientos unitarios promedio mayores que en el distrito de Urubamba.

Cuadro 37. Área cultivada (ha), con maíz Blanco Gigante Cusco en los distritos de Calca. Años 2007–2011.

	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio/año
Calca	1 189	1 199,5	1 225	1 006	1 205	1 165
Coya	473	460	472	327	496	446
Lamay	476	470	466	402	442	451
Pisac	293	315	320	253	287	294
San Salvador	268	274,5	300	265	338	289
Taray	274	292	290	121	296	255
Total	2 973	3 011	3 073	2 374	3 064	2 899
ha perdidas	10	0	0	154	0	29

El área total promedio cultivada anualmente varía entre 1165 ha (Calca), y 255 ha (Taray). No hay mayor variación entre un año y otro en los distritos, sin embargo en 2010 hubo 154 ha perdidas. Coincide con la menor producción y productividad (ver el cuadro 38). Probablemente hubo alguna alteración climática que interfirió con el cultivo normal.

Cuadro 38. Producción de grano (t) y precio promedio (S./kg) en los distritos de Calca. Años 2007 - 2011.

Grano	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio/año
Calca	4 584	5 482	5 140	2 986	4 824	4 603
Coya	1 715	1 596	1 920	741	1 729	1 540
Lamay	1 628	1 535	1 769	1 005	1 529	1 493
Pisac	1 051	1 103	1 440	886	1 148	1 125
San Salvador	958	961	1 350	928	1 312	1 102
Taray	980	1 022	1 305	424	1 184	983
Total	10 915	11 698	12 924	6 969	11 726	10 846
Precio promedio (S./kg)	1,44	1,99	3,96	2,74	2,08	2,44

El precio promedio sube a partir del año 2007 de 1,44 S./kg) hasta 3,96 S./kg el 2009, luego va declinando.

Cuadro 39. Área (ha) de producción de grano (t) y rendimiento unitario (t/ha) en la provincia de Calca. Años 2007-2011.

	2007	2008	2009	2010	2011	Total
ha	2 973	3 011	3 073	2 374	3 064	2 899
t	10 915	11 698	12 924	6 969	11 726	10 846
t/ha	3,67	3,90	4,20	2,94	3,83	3,74

El rendimiento unitario sube de 3,67 t/ha el año 2007 a 4,20 t/ha el 2009, a partir de ese año vuelve a bajar algo el rendimiento. El promedio para el distrito de Calca es de 3,74 t/ha.

El área en Calca fue la siguiente 2 899 ha, la producción 10 446 t, y un promedio de 3,74 t/ha.

En Urubamba el área fue 4 311 ha, la producción llegó a 10 663 t, el rendimiento promedio de 2,43 t/ha. El área total para choclo ha sido 271 ha.

- **El maíz Blanco Gigante Cusco en el Valle Sagrado de los Incas**

Cuadro 40. Área total de producción (ha), volumen de producción (t) y rendimiento unitario (t/ha) Años 2007 al 2011.

	2007	2008	2009	2010	2011	Total
ha	7 615	7 589	7 736	5 973	7 139	7 210
t	22 442	23 186	25 039	15 185	21 696	21 509
t/ha	3,08	3,20	3,40	2,61	3,14	3,11

El área total de maíz Blanco Gigante Cusco está aproximadamente entre 7 100 ha y 7 600 ha, excepto en 2010 que sólo fue de 5 973 ha. La producción total al año está alrededor de 21 696 t y 23 186 t, con dos excepciones: En 2009 se llega al máximo de producción con 25 039 t, y al mínimo de sólo 15 185 t el 2010.

El rendimiento promedio en el Valle Sagrado de los Incas es de 3,11 t/ha, oscilando anualmente alrededor de las 3 t/ha, excepto el año 2010 en que sólo es de 2,61 t/ha.

Cuadro 41. Área de producción de grano y de choclo (ha) por distritos. Promedio de los años 2007 al 2011.

Provincias	Grano	Choclo	TOTAL
Calca	2 899	28	4 339
Urubamba	4 311	243	3 142
Total	7 210	271	7 481

El área dedicada a la producción de choclo es mayor en Urubamba; en Calca es aproximadamente solo el 10%.

Cuadro 42. Área total (ha), producción (t) y productividad (t/ha) en grano por provincias. Promedio de los años 2007 al 2011.

Provincias	Total (t)	Total (ha)	Rendimiento (t/ha)
Calca	10 846	2 899	3,74
Urubamba	10 663	4 311	2,43
Total	21 509	7 210	2,99

El área sembrada de maíz Blanco Gigante Cusco es mayor en Urubamba, pero el rendimiento unitario es mayor en Calca. El promedio de productividad en el Valle Sagrado de los Incas es de 2,99 t/ha.

La producción total de maíz grano es de 21 509 t.

De la información contenida en el cuadro 43 podemos señalar que la cantidad de grano para semilla requerido en la zona se estima en 865 t. Para otras zonas es vendido como semilla unas 1500 t. De las 19 144 t de grano restante, la mitad más o menos es grano no exportable (9 572 t) y se utiliza en el mercado local y nacional como alimento de la población rural especialmente. Alrededor de las 9 500 t restante son procesadas con fines de exportación.

Cuadro 43. Distribución estimada de la producción total anual.

Distribución estimada	Toneladas
Producción total	21 509
Semilla local	865
Semilla para otras zonas	1 500
Sub total restante	19 144
½ anterior, no exportable por calidad de granos	9 572
½ del subtotal, procesada para exportación	9 572

El cultivo del maíz Blanco Gigante Cusco en el Valle Sagrado de los Incas en la campaña 2002 - 2003 y de acuerdo a la información del Ministerio de Agricultura, a través de la Dirección de Información Agraria tuvo las siguientes características:

1. La campaña 2002 - 2003 fue un año agrícola normal, se perdieron solo alrededor de 20 ha, tanto para choclo o para grano, por diversos motivos ajenos a condiciones climáticas o factores adversos generalizados, extensión que no significa ni el 0,3% del área sembrada.
2. En los siguientes años no hubo mayores modificaciones de manera que las estadísticas de ese año pueden considerarse normales para el valle.
3. Por otro lado al tratarse de un cultivo de largo período vegetativo, el maíz Blanco Gigante Cusco no permite hacer rotaciones anuales con otros cultivos y es generalizado en el valle. Este maíz es conducido en forma de monocultivo porque ofrece mejores posibilidades de rentabilidad que otros cultivos; los agricultores lo tienen como su principal fuente de ocupación. Constituye el cultivo principal y en muchos casos el único de su cédula de cultivos. Alrededor de él giran todas las actividades agrícolas, pecuarias y de vida del poblador rural del valle. Por estas circunstancias las áreas dedicadas a su cultivo se mantienen casi estables, con muy pocos cambios a través de los años. El agricultor mantiene su tradición ancestral

de productor de este tipo de maíz y no tiene mayor conocimiento ni interés para dedicarse a otros cultivos.

4. El rendimiento unitario de la campaña 2002 a 2003 fue de 3,44 t/ha en Calca y 3,41 t/ha en Urubamba con un promedio del valle de 3,37 t/ha. En Calca el promedio es mayor que en Urubamba. En Calca se encuentran mayor número de predios de mayor extensión y tecnología.
5. El rendimiento unitario promedio de los años 2007 a 2011 fue 2,43 t/ha. En Calca el promedio es mayor con 2,74 t/ha, y en Urubamba el promedio es 2,43 t/ha. El promedio del Valle Sagrado de los Incas es de 2,99 t/ha. Estos promedios son inferiores a los de años anteriores, probablemente porque los insumos (fertilizantes) han subido mucho y se habrían utilizado en menor proporción.

En el Valle Sagrado de los Incas, el área total de maíz Blanco Gigante Cusco cultivado ha sido de 7 210 ha con un rendimiento promedio de 2,99 t/ha y una producción total de 21 509 t. Un área significativa conducida por los pequeños agricultores, es dedicada a producir maíz para consumo local y nacional.

No toda la producción es para la exportación. Se considera que menos de la mitad de la producción es grano no apto para exportación, de preferencia debe provenir solo de la parte central de las mazorcas.

Se estima que alrededor del 90 % del área sembrada en el Valle Sagrado de los Incas es de la variedad Blanco Gigante Cusco, el resto estaría distribuido de la siguiente manera:

Cuadro 44. Distribución estimada del área cultivada (ha) con variedades de maíz en el Valle Sagrado de los Incas en el año 2011.

Variedades	%	Área cultivada (ha)
Blanco Gigante Cusco	90	7 210
Chaminco	2	160
Sacsa	2	160
Amarillo gigante	2	160
Chullpi	2	160
Otras variedades	2	160
TOTAL	100	8 010

12.2 Destino de la producción

a) Exportación

El maíz Blanco Gigante Cusco es casi el único maíz que exporta regularmente el Perú desde hace varios años, por las excepcionales características de su grano de gran tamaño, gran suavidad y color blanco, su forma casi circular (tan largo como ancho) y de poco espesor. Los granos de la parte central de la mazorca son muy uniformes en tamaño y apariencia.

Las exportaciones han alcanzado cifras record los años 1998 y 1999 superando las 7000 toneladas anuales.

El volumen exportado ha mostrado una tendencia al incremento del año 2000 hasta el año 2005 desde las 3 114 t hasta las 6 427 t. De ahí ha disminuido alrededor del 25 % en el año 2006 llegando solo a 4 810 t.

Cuadro 45. Exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco, años 2000 a 2010.

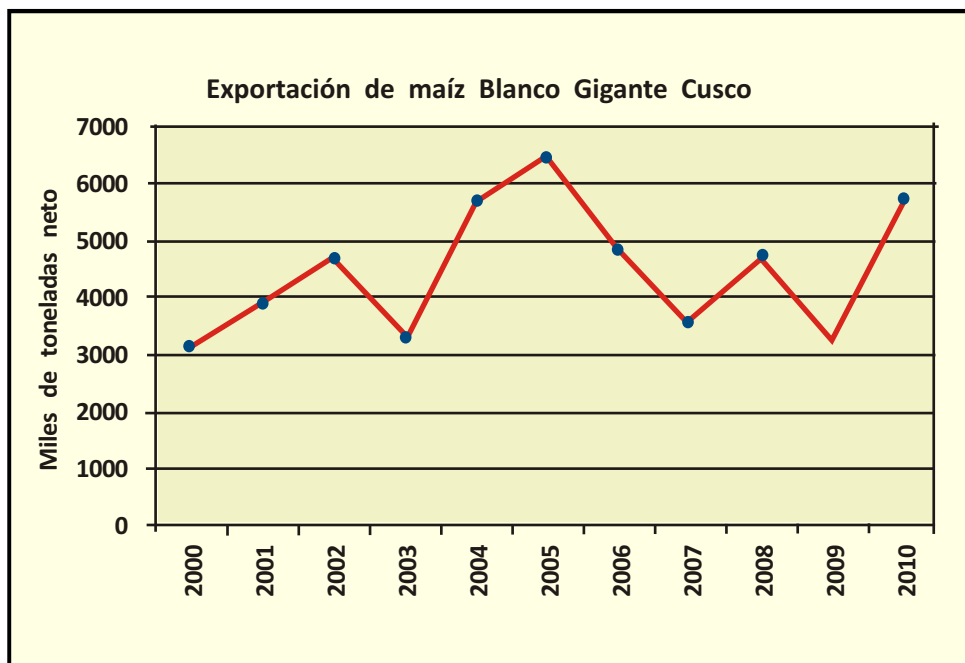
Años	Miles (t) neto	Precio US \$ /kg	Valor (Miles \$) FOB
2000	3 144	1,00	3 144
2001	3 881	0,80	3 116
2002	4 718	0,86	4 057
2003	3 299	0,76	2 507
2004	5 735	0,69	3 957
2005	6 427	0,77	4 949
2006	4 810	0,88	4 233
2007	3 580	1,00	3 580
2008	4 720	0,86	4 059
2009	3 300	0,76	2 508
2010	5 740	0,69	3 961

Fuentes: PROMPEX Y ADUANET,

Reporte de **Exportaciones** por Sub partida Nacional/País; Destino 2006 Sub
partida Nacional: 1005.90.90.10 **MAÍZ BLANCO (MAÍZ GIGANTE DEL CUSCO)**

http://static.scribd.com/docs/c27lo08k6emwb.swf?INITIAL_VIEW=width

Gráfico 12. Exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco, años 2000 a 2010 (miles de toneladas neto).

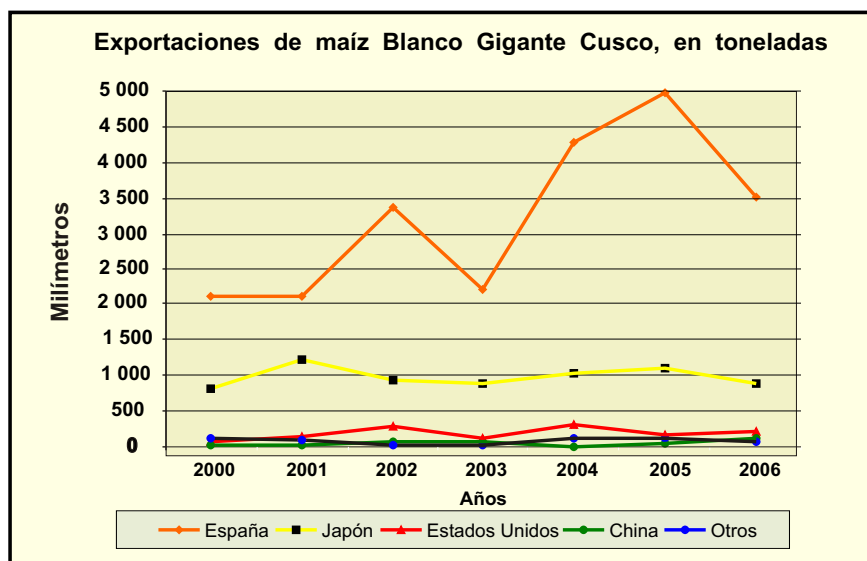


El año 2000 se exporta algo más de 3 000 t, se incrementa hasta el 2002, el volumen cae casi al nivel del año 2000 luego va subiendo hasta llegar al clímax de 6 427 t el año 2005, cayendo hasta el 2007, se eleva el 2008, vuelve a caer el 2009 y finalmente sube hasta 5 740 t el año 2010.

Hay referencias de que se exportaba este maíz desde mediados del siglo pasado, con un volumen exportado de grano que no sobrepasó las 2000 toneladas. Este volumen ha tenido un incremento hasta llegar a 4 382 t en 1994, luego se redujo a 2 432 t en 1996 y a 1 733 t en 1997, siendo los principales destinos de exportación España, Japón, Estados Unidos y Canadá.

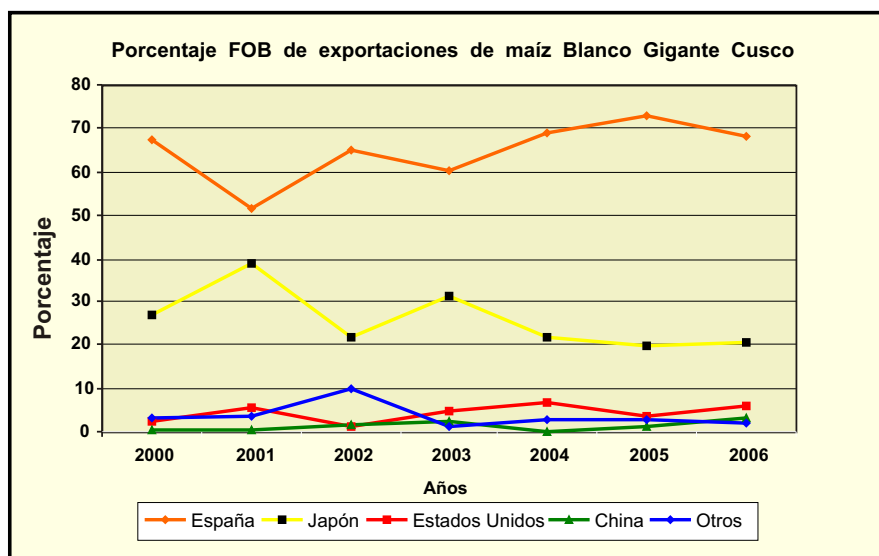
En 1998 los volúmenes exportados fueron 7 329 t y el año 1999 han sido 7 032 t. En estos años se ha registrado los mayores volúmenes exportados. Luego la exportación baja durante tres años y empieza nuevamente a aumentar hasta el 2005 en que se llega a las 6 427 t. El año 2006 baja nuevamente.

Gráfico 13. Destino de las exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco (2000-2006)



Las mayores exportaciones han sido a España entre el 2000 y el 2006, con cantidades superiores a las 2000 t, llegando el año 2005 a 5 000 t. Japón mantiene su volumen exportado en alrededor de 1000 t anuales.

Gráfico 14. Porcentaje FOB de las exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco (2000-2006).



Paralelamente a los mayores volúmenes exportados, los porcentaje FOB son mayores para España, le sigue Japón con una proporción cercana a la mitad. Estados Unidos, China y otros se mantienen en alrededor del 10 %.

El precio internacional de maíz puesto en chacra ha variado algo en el curso de varios años, pagándose entre US \$ 0,69 el año 2004 y US \$ 1,002 por kilogramo de primera el año 2000.

En los años 2004 y 2005 se exportaron 5 765,4 y 6 476,8 toneladas a un precio de US \$ 686,90 y US \$ 769,52 por tonelada, respectivamente.

Los principales compradores desde el 2000 fueron España, Estados Unidos, Japón, China y Canadá a través de los años, cada uno con porcentaje parecido de intervención.

Destino de las exportaciones de maíz Blanco Gigante del Cusco (Fuente: PROMPEX).

España para el 2006 ha exportado el 74 % del volumen total, le sigue Japón con el 19%.

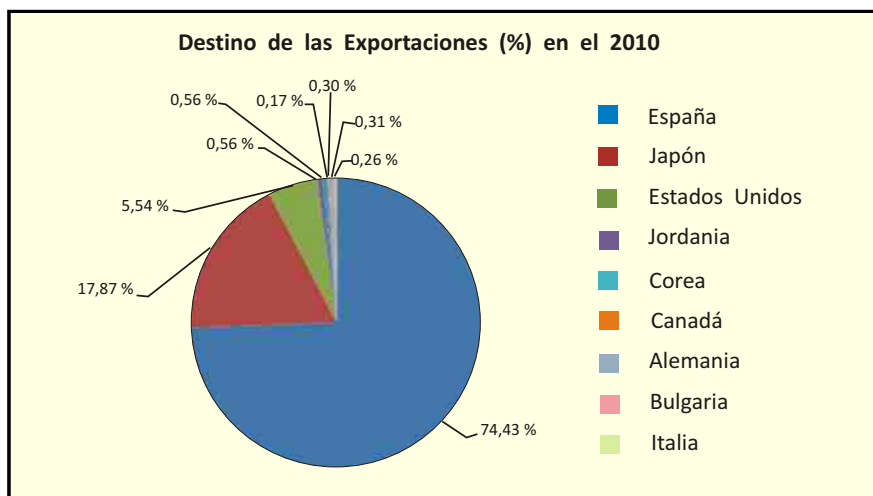
España y Japón se han mantenido a través de los años como los países que más maíz Blanco Gigante Cusco han llevado; es así que algo más del 90 % corresponde a las exportaciones por estos países para el año 2006.

Los porcentajes de exportación pueden verse en el siguiente gráfico 15, que acompaña al pequeño cuadro adjunto.

Cuadro 46. Porcentaje y volumen exportado de maíz Blanco Gigante Cusco en miles de toneladas en el año 2010.

País	%	Miles de toneladas
España	74	4 272
Japón	19	1 026
Estados Unidos	4	318
Jordania	2	32
Corea	1	32
Canadá	0	10
Alemania	0,3	17
Bulgaria	0,3	18
Italia	0,3	15
TOTAL	100	5 740

Gráfico 15. Porcentaje y destino de las exportaciones de maíz Blanco Gigante Cusco en el año 2010.



Las principales empresas exportadoras son indicadas en el siguiente cuadro mencionándose los porcentajes que comercializa cada una de ellas para el año 2004.

Cuadro 47. Empresas exportadoras de maíz Blanco Gigante Cusco en el año 2004.

Empresas	2004 %	2010
Vidal Vidal Elio	30	si
Inti Consorcio	12	si
Exportadora El Sol SAC	9	xx
Exportadora El Sol SAC	9	xx
Latin Market SA	8	xx
Exportadora de la Selva S.A	6	xx
Exp Amazónicas Nativas SR Ltda	5	xx
Emp Campesinas Valle Sagrado	5	xx
Euralt SAC	5	xx
Gobernatura Internacional	4	xx
RMuelle S.A.	3	xx
Otros	13	xx
TOTAL	100	
Sun Packers SR Ltda.		si
Bedicomsa Soc. Anónima		si

Para el año 2010 informan que continúan exportando las empresas marcadas con “si” en el cuadro anterior, pero no indican cantidades ni porcentajes. No hay información de las marcadas con “xx”.

a) Pequeñas industrias locales

Una pequeña parte de la producción, de preferencia los granos de segunda calidad se están industrializando en la zona para la elaboración de chochoca; una parte importante del maíz manchado se está procesando aparentemente blanqueando los granos y descascarándolos para exportar este subproducto con el nombre de maíz mote. Según se ha sabido el maíz manchado lo compran a los agricultores a un nuevo sol el kilogramo y procesado tiene un precio de US \$ 3,0 en el exterior. Una cantidad pequeña se está utilizando tostado con muy poco aceite para acompañar al ceviche en muchos restaurantes de la región y las principales ciudades del país. También se utiliza el maíz Blanco Gigante Cusco en pequeñas industrias en la elaboración de harinas para tamales, maicillos, humitas; estas últimas con maíz fresco o choclos sobre maduros.

b) Semilla y consumo local

Una parte considerable del maíz de primera es utilizado como semilla, estimándose que pudieran ser unas 720 t para cubrir las 7 200 ha aproximadas que anualmente se siembra. Otra parte de la primera y segunda se utiliza para el consumo local en especial de las familias de los mismos productores y la población rural y un pequeño volumen también es comercializado en los mercados locales y regionales para el consumo en mote o en alguna de las formas de alimentos preparados por la población urbana del país, como tamales, pasteles, tortillas, maicillos; se usa también para hacer harina y utilizarla en pastelería y elaboración de pan.

BIBLIOGRAFIA

1. BRIEGER, F. G. y BLUMENSCHNEIN, A. (1966). "Botánica e origen do milho" Cultura e adubação do milho" Ed. Instituto brasileiro de Potassa. Sao Paulo. Brasil.
2. CÁRDENAS, M. J. (1996). Riego Deficitario Controlado. Granja Agrícola Experimental Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural Cabildo de Gran Canaria.
3. CÁRDENAS, L. y SÁNCHEZ, H (1975). Madurez fisiológica y ritmo de crecimiento en el Maíz Cusco Gigante (*Zea mays* L.) Var. Urquillo. Informativo del Maíz Universidad Nacional Agraria La Molina PCIM. Número extraordinario de Investigación, Volumen I, año 1975. Lima-Perú.
4. CISNEROS, V. FAUSTO, H. (1980) "Principios del control de plagas". Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima -Perú.
5. GROBMAN T. A.; SALHUANA, W.; SEVILA, R., in collaboration with Mangelsdorf P. (1961) Races of maize in Peru. National Academy of Sciences. National Research Council. Publication N°915. Washington D.C. U.S.A.
6. IMA. Instituto de manejo de agua y Medio Ambiente (2002). Diagnóstico ambiental de la calidad de aguas superficiales del río Vilcanota. Dirección de Planificación y evaluación. Unidad de Estudios.
7. INFORMATIVO FARMAGRO. (1972) "Cultivo del Maíz" Publicación mensual Año 3, N° 21. Lima -PERÚ.
8. INRENA. Instituto Nacional de Recursos Naturales (1994) Ministerio de Agricultura "Mapa Ecológico del Perú" Guía Explicativa. Lima- Perú.
9. MANRIQUE, CH. A (1988). El Maíz en el Perú. Fondo de Promoción de la Cultura Agraria. Banco Agrario del Perú. Lima -Perú.
10. MINISTERIO DE AGRICULTURA. DGP y DGIA Universidad Nacional Agraria (PCIM), Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) (1977). Primer Curso de Maíz Amiláceo. Lima-Perú.
11. MINISTERIO DE AGRICULTURA DGP y DGIA Universidad Nacional Agraria (PCIM), Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) 1978. Segundo Curso de Maíz Amiláceo. Lima-Perú.
12. MINISTERIO DE AGRICULTURA, REGIÓN DEL CUSCO. Oficina de Información Agraria 2004. Estadística Continua de producción en la Región Cusco.

13. ONERN (1982). Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. “Clasificación de las Tierras del Perú”. Lima, Perú.
14. QUEVEDO, W. S. (1971). Formación de Variedades Sintéticas en Maíz Blanco Urubamba. Trabajo presentado al I Congreso Nacional de Investigadores Agrarios del Perú (I CONIAP). Lima -Perú.
15. QUEVEDO, W. S. (1971). Estudio de estabilidad fenotípica de la variedad de maíz Blanco Urubamba. Revista de Investigaciones Agropecuarias, Vol. II, N°1, Enero de 1971. Dirección General de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Lima -Perú.
16. QUEVEDO, W. S.; SALHUANA, W y PACHECO N. J (1973) Índices de Selección de Maíz variedad Amarillo Calca. Servicio de Investigación y Promoción Agropecuaria. SIPA XI Cusco -Perú.
17. QUEVEDO, W. S. (1992). El suelo y la fertilización de frutales caducifolios en el valle de Urubamba. Organización Nacional Agraria (ONA), Centro de Difusión tecnológica del Cusco (CDT). En convenio con la UNA La Molina y el Ministerio de Agricultura, Dirección General de Investigación Agraria.
18. QUEVEDO, W. S. (1992). El suelo y la rotación de cultivos en el Valle Sagrado de los Incas. Organización Nacional Agraria (ONA), Centro de Difusión tecnológica del Cusco (CDT). En convenio con la UNA La Molina y el Ministerio de Agricultura, Dirección General de Investigación Agraria.
19. QUEVEDO, W. S. (1994). La raza de Maíz Cusco Gigante o Gigante Imperial. Trabajo por publicar.
20. QUEVEDO, W. S. (1996). El maíz Blanco Urubamba. Trabajo por publicar. Cusco, Perú.
21. QUEVEDO, W. S. (1996). Colección y clasificación etnobotánica del maíz. Trabajo por publicar. Cusco, Perú.
22. QUEVEDO, W. S. (1998). Incremento de la productividad y producción del maíz Blanco en el valle de Urubamba. Cusco, Perú. Perfil de Proyecto.
23. SALHUANA, W.; QUEVEDO, W. S.; y SEVILLA, P. R. (1975) Estimación de las Varianzas Genéticas en el Cultivar del Maíz Blanco Urubamba. Informativo del Maíz, Programa Cooperativo de Investigación en Maíz (PCIM) de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima -Perú.

24. SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Información sobre datos climáticos.
25. SEVILLA, R. y QUEVEDO, W. S. (1973). Respuesta a la Selección Masal en tres poblaciones de maíz de la Sierra del Perú.
26. TORREGROSA et. al. (1973) Ocho ciclos de selección masal divergente por mazorcas por planta en una variedad sintética de maíz. Número extraordinario Vol I Años 1975. Informativo del Maíz, Programa Cooperativo de Investigación en Maíz (PCIM) de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
27. TOSI Jr. A. JOSEPH (1960). Zonas de Vida Natural en el Perú. Memoria sobre el Mapa sobre el Mapa Ecológico del Perú. Boletín Técnico N°5; IICA, Instituto Americano de Ciencias Agrícolas; OEA Zona Andina de Cooperación Técnica. Lima-Perú.
28. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA La Molina. PCIM - COMITÉ DE PRODUCTORES DE MAÍZ COMAÍZ (1974) Manual de Maíz.
29. VALDEZ, M. A. y SEVILLA, P. R. (1986). Maíz Blanco. Manual de Cultivo. Instituto de Comercio Exterior (ICE). Lima-Perú.
30. VITORINO FLÓRES, BRAULIO (1989). Curso Fertilidad de los suelos y Fertilizantes. Con énfasis en los suelos del Perú (Copia mimeografía). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Cusco-Perú.
31. VALDIVIESO JARA, LUIS y NUÑEZ SACARÍAS, ELIZABETH (1984). Plagas del maíz y sus enemigos naturales. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria INIPA. Centro de Introducción y Cría de Insectos útiles CICIU e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, Oficina en Perú. Lima-Perú.

LAS ÚLTIMAS PUBLICACIONES DEL INIA QUE SE ENCUENTRAN A DISPOSICIÓN DE LOS INTERESADOS

- Empadre en Alpacas
- Parición de Alpacas
- Manejo Agronómico del Maíz Morado en los Valles Interandinos del Perú
- Tecnología de Producción de Ajo
- Sarna en Vicuñas
- Producción de Pasturas en los Valles Interandinos
- Micropropagación de Palto (*Persea americana* Mill.)
- Micropropagación de Plantas de Camote (*Ipomoea batatas* L.) Libres de Virus
- Riego INIA en la Región Lambayeque
- Producción de Hortalizas en Biohuertos con Riego INIA Modelo A
- Cultivo de Kiwicha en la Sierra Central
- Manejo y Alimentación del Ganado Vacuno de Doble Propósito en Sierra
- Manejo y Alimentación del Ganado Bovino de Leche
- Cultivo del Palto
- Cultivo de Maracuyá
- Cultivo de Ají Párika
- Manejo y Engorde de Peces Amazónicos
- Manejo Técnico del Cultivo de Piña
- Micropropagación del Papayo (*Carica papaya* L.) Libre de virus
- Cultivo de Cítricos
- Manejo de Maíz Amarillo Duro (Híbridos)
- Crianza de Porcos
- Manejo y Comercialización Forestal
- La Piscicultura en Loreto
- Técnica de Producción de Semilla Genética y Básica de Ajo (*Allium sativum* L.) Libre de Virus
- Manejo Integrado del Cultivo de Café
- Manejo Integrado del Cultivo de Cacao
- Manejo Agronómico del Cultivo de Maíz Amarillo Duro en Selva Baja
- Cultivo del Algodonero en la Región Lambayeque
- Manejo Técnico del Cultivo del Ají Párika
- Manejo Técnico de Cuyes en Costa
- La Ranza de la Papa en Cajamarca (*Phytophthora infestans*)
- Cosecha y Beneficio Primario del Cacao
- Gestión de la Calidad y Competitividad de Párika
- El Cultivo de Trigo en la Sierra Norte del Perú
- Tecnología para la Producción del Camu Camu
- Manejo Integrado del Cultivo de Plátano
- Plantación de Sangre de Grado en el Valle de San Gabán
- Siembra de Papa Nativa
- Producción de Plantones de Palto
- Cultivo de Maca Orgánica
- Procesamiento de Semillas de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* Schum)
- Plantación de Aguano o Tornillo
- Cultivo de Cocona
- El Vivero de Café
- Manejo del Cultivo de Quinua en la Sierra Central
- Tecnología para la Crianza de Cuyes
- Brotes: Nueva Alternativa Técnica en la Producción Moderna de Papa
- Manejo Integrado de la Pudrición Radicular en el Cultivo de Arveja
- Instalación y Establecimiento de Pasturas Cultivadas en la Sierra Central del Perú
- Alimentación del Ganado Vacuno e Instalación de Pastos Cultivados
- Manejo Agronómico de Semilleros de Papa de Alta Calidad
- Diagnóstico del Nematodo Quiste de la Papa
- Cultivo de la Fresa en el Perú
- Semillas de Especies Forestales de Importancia en la Región Ucayali
- Cultivo de Hierbas Aromáticas y Medicinales
- Empadre Controlado en Alpacas
- Cultivo de Ajo en la Costa Central
- Siembra y Abonamiento del Maíz Amarillo Duro
- Manejo de Almácigos para Cebolla Amarilla de Exportación
- Cultivo de la Tuna y Crianza de la Cochinilla
- Producción de Portainjerto del Palto
- Cultivo de la Betarraga
- Mejoramiento del Ganado Vacuno de Leche
- Manejo de Ganado Bovino de Carne y de doble Propósito
- Cultivo de la Papa en la Región Cajamarca
- Cultivo de Brócoli
- Cultivo de Vainita
- Enfermedades de Plantas causadas por Virus
- Libro: Variedades de Papa Nativa y Formas de Consumo en la Región Puno
- Tecnología para la Producción de Semillas Forrajeras en la Zona Andina del Perú
- Conservación y Preservación de Pieles de Camélidos
- Cultivo de Camu Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en la Región Loreto
- Propagación y Conservación *in vitro* de la Uña de Gato *Uncaria spp*
- Manejo de Cuyes



**DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN AGRARIA
PROGRAMA NACIONAL DE MEDIOS Y
COMUNICACIÓN TÉCNICA**

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 - Casilla N° 2791 - Lima 1
Telefax: 349-5631 / 349-2600 Anexo 248
<http://www.inia.gob.pe>