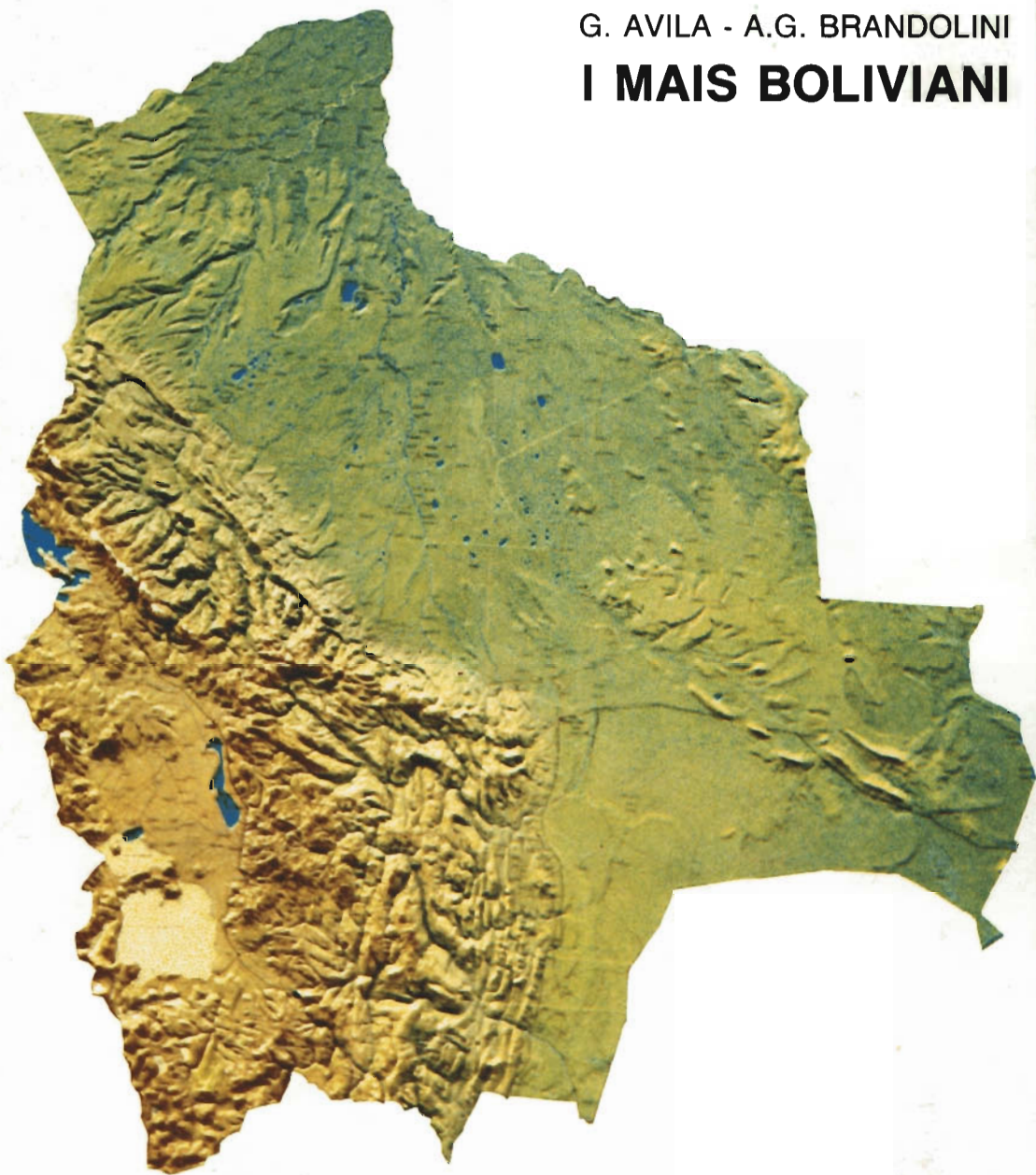


G. AVILA - A.G. BRANDOLINI
I MAIS BOLIVIANI



DOCUMENTI PER LA COOPERAZIONE ALLO SVILUPPO

G. AVILA - A.G. BRANDOLINI

I MAIS BOLIVIANI

Centro de Investigaciones
Fitocogeneticas - Pairumani
BOLIVIA

Centro di Ricerca
Fitotecnica - Bergamo
ITALIA

ISTITUTO AGRONOMO PER L'OLTREMARE
FIRENZE - ITALIA

*L'illustrazione è ricavata dal plastico
del cartografo Sr. Enrique Gonzalez M.*

PRESENTAZIONE

L'Istituto Agronomico per l'Oltremare è stato chiamato recentemente dalla Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo del Ministero degli Affari Esteri a realizzare un programma di produzione delle sementi di varie specie agricole per i diversi agrosistemi boliviani.

Nella fase preliminare si è ritenuto opportuno uno studio approfondito della variabilità genetica delle specie di maggior interesse per la regione: tra queste attinge particolare rilievo il mais, sia per l'importanza fondamentale nell'alimentazione e nella cultura delle diverse etnie presenti nel Paese, sia per il particolare ruolo svolto dalla regione boliviana nella differenziazione della specie *Zea mays* L..

E' sembrato infatti che la conoscenza sistematica della variabilità genetica esistente in una regione tanto differenziata dal punto di vista altitudinario e fitogeografico fosse un passaggio necessario in ogni programma che si proponga il miglioramento della produttività nelle diverse situazioni ecologiche.

Le numerose varietà sviluppate nel corso dei secoli sono infatti il risultato di un processo di differenziazione e di selezione naturale sotto la pressione dell'ambiente, orientato dall'uomo verso più elevati livelli di produttività e soprattutto di precise esigenze qualitative: l'ingegnosità delle popolazioni aborigene, che hanno saputo legare le caratteristiche qualitative a marcatori facilmente riconoscibili, basati sulla diversa pigmentazione dei vari tessuti della cariossida, ha consentito il mantenimento nei secoli delle numerose varietà e razze specializzate a soddisfare le varie esigenze e preferenze alimentari.

La conservazione, la conoscenza approfondita e la migliore utilizzazione di tale patrimonio genetico è insieme un obbligo universale ed un'opportunità unica: all'uno e all'altra dobbiamo corrispondere, se si vuole contribuire al progresso e al benessere dei popoli della regione e del mondo intero, in questa nostra epoca e nell'avvenire.

Lo studio qui presentato è nell'insieme una sintesi critica e una conclusione delle iniziative di raccolta e degli studi che, con origine negli anni '60, sono continuati negli anni successivi, con il supporto prima della F.A.O., poi dell'Istituto Italo-Latinoamericano e della Fondazione Pro Bolivia, ed infine dell'International Board for Plant Genetic Resources e dell'Istituto Agronomico per l'Oltremare di Firenze.

Esso diede luogo nel passato ad una serie di comunicazioni scientifiche presentate dallo scrivente e dal Dr. G. Avila, talora con il valido contributo di altri Collaboratori.

La più recente sistematica raccolta di campioni organizzata in loco dai due Autori, con altri Colleghi, ha consentito un'ulteriore precisazione della conoscenza dei materiali esistenti e nel contempo il completamento delle acquisizioni storiche, analitiche ed ecofisiologiche che permettono di presentare un ordinato quadro della variabilità genetica esistente e delle relazioni ipotizzabili.

E' con grande soddisfazione che mi è dato di presentare ora una monografia che riunisce la quasi totalità delle conoscenze attuali sull'argomento e completa, ad opera dei due più diretti e cari Collaboratori operanti nella regione, un'opera che iniziammo altra volta con il massimo entusiasmo ed il più grande interesse.

Vogliamo qui ricordare, tra coloro che attivamente collaborarono alla raccolta, i Dr. Alfredo Avila, Tito Claure, Enrico Lucconi e Giorgio Brandolini.

Nella fase di studio va ricordato inoltre l'apporto del Dr. G.C. Vandoni e di M. Garavaglia, cui pure va il più grato apprezzamento.

Aureliano Brandolini

Il lavoro è da attribuire in parti uguali ai due Autori

INDICE

Introduzione	pag.	1
- Importanza del germoplasma maidico boliviano	"	1
- Il problema tassonomico	"	2
- Caratteristiche fitogeografiche della Bolivia	"	3
- Clima e periodi colturali	"	9
- L'agricoltura nella preistoria boliviana	"	10
- Culture megalitiche	"	10
- Civiltà Tiahuanaco	"	11
- Periodo Inca	"	13
Cap. I : Origine ed evoluzione dei mais boliviani	"	17
- Caratteristiche originarie del mais	"	17
- Condizioni di addomesticamento	"	18
- Il fattore umano nell'addomesticamento del mais	"	18
- Origine della variabilità genetica	"	20
- Tendenze evolutive nella fase di addomesticamento	"	20
- Il corso evolutivo in Bolivia	"	21
- Utilizzazione alimentare del mais in Bolivia	"	23
Cap. II : La collezione boliviana di mais	"	25
- Origine della collezione	"	25
- Sistematica subspecifica in <i>Zea mays</i> L.	"	26
- Metodo di classificazione	"	27
- Studio morfologico	"	28
- Caratteri fisiologici: reazione alla temperatura e al fotoperiodo	"	35
- Effetto del fotoperiodo	"	37
- Effetto termico	"	38
- Caratteristiche genetiche	"	39
- Attitudine alla combinazione generale e specifica	"	39
- Caratteristiche cromosomiche	"	45
- Caratteristiche biochimiche	"	47
- Composizione chimica	"	47
- Mutanti ad alto tenore in aminoacidi critici	"	48
- Variazione degli isozimi delle razze di mais boliviane	"	49
- Conclusioni	"	50

Cap. III - Descrizione delle razze boliviane	pag.	55
. complesso razziale Pisankalla.....	"	57
. complesso razziale Valle Alto.....	"	61
. complesso razziale Harinoso del Valle.....	"	65
. complesso razziale Morocho.....	"	77
. complesso razziale Amazonico.....	"	83
. complesso razziale Perla	"	89
. complesso razziale Cordillera.....	"	95
Bibliografia	"	98

INDICE DELLE ILLUSTRAZIONI

Graf. 1 - Profilo della Bolivia a 16°30' e 19°	"	4
Graf. 2 - Precipitazioni e temperature medie mensili	"	8
Graf. 3 - Cicli produttivi nelle principali regioni agricole	"	9
Graf. 4 - Origine ed evoluzione del mais in Bolivia	"	22
- Distribuzione geografica dei complessi razziali	"	30
Graf. 5 - Significatività delle differenze tra razze e complessi in combinazione ibrida con i testers W22 e NI 64-81.....	"	44
Graf. 6 - Presenze knob cromosomici nelle razze boliviane	"	46
Graf. 7 - Dendrogramma delle razze boliviane secondo Goodman.....	"	49
Graf. 8 - Filogenia delle razze antiche e recenti dei mais boliviani	"	50
Graf. 9 - Compl. Pisankalla: diagrammi e diffusione.....	"	59
Graf. 10 - Compl. Valle Alto: diagrammi e diffusione.....	"	63
Graf. 11 - Compl. Harinoso del Valle: diagrammi e diffusione.	"	67
Graf. 12 - Compl. Harinoso del Valle: diagrammi e diffusione.	"	69
Graf. 13 - Compl. Harinoso del Valle: diagrammi e diffusione.	"	71
Graf. 14 - Compl. Harinoso del Valle: diagrammi e diffusione.	"	75
Graf. 15 - Compl. Morocho: diagrammi e diffusione.	"	79
Graf. 16 - Compl. Morocho: diagrammi e diffusione.	"	81
Graf. 17 - Compl. Amazonico: diagrammi e diffusione.	"	85
Graf. 18 - Compl. Amazonico: diagrammi e diffusione.	"	87
Graf. 19 - Compl. Perla: diagrammi e diffusione.....	"	91
Graf. 20 - Compl. Perla: diagrammi e diffusione.....	"	93
Graf. 21 - Compl. Cordillera: diagrammi e diffusione.	"	97
Fig. 1 - Orografia e zone climatiche (Trewartha - Robinson).....	"	5
Mappa 1 - Isoiete annuali e regioni fitogeografiche.....	"	7
Mappa 2 - Regioni fitogeografiche ed etnie locali.....	"	12

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 1a - Distribuzione geografica delle specie economiche coltivate prima della scoperta dell'America.....	pag.	15
Tab. 1b - Relazioni tra razze, regioni ed etnie locali	"	16
Tab. 2a, b - Razze di mais boliviane: caratteristiche della pianta....	"	31
Tab. 3a, b - Razze di mais boliviane: caratteristiche della spiga	"	33
Tab. 4 - Significatività delle reazioni al cambio delle condizioni ambientali.....	"	35
Tab. 5 - Caratteristiche delle razze boliviane in 3 ambienti	"	36
Tab. 6 - Contribuzione genetica delle singole razze su tester comuni	"	40
Tab. 7 - Significatività delle differenze tra ibridi sperimentali con parenti comuni	"	41
Tab. 8 - Valore nutritivo delle cariossidi delle diverse razze.....	"	47
Tab. 9 - Presenza di fattori O2 nei mais boliviani.....	"	48

RIVISTA DI AGRICOLTURA SUBTROPICALE E TROPICALE

Organo dell'Istituto Agronomico per l'Oltremare di Firenze
fondata nel 1907 da G. Bartolommei Gioli

Direzione e Amministrazione: Via A. Cocchi, 4 I - 50131 - FIRENZE

Tel. (055) 573201 - Telex 574549 IAO I - Telefax (055) 580314

Direttore responsabile: Aureliano Brandolini

Redattori: Antonella Bigazzi, Alessandro Scappini

PUBBLICAZIONI RECENTI

Relazioni e monografie agrarie subtropicali e tropicali

- n. 100 - BRANDOLINI A., SALAMINI F. - Breeding strategies for maize production improvement in the tropics 1985, pp. 458.
- n. 101 - FUNAIOLI U., SIMONETTA A.M. - Nomi vernacolari degli animali in Somalia e denominazioni corrispondenti in latino, inglese e italiano. Primo elenco - 1985, pp. 94.
- n. 101 (102) - GIULIANI F. - Abstracts on cashew. Documentation analytique sur l'anacarde - 1986, pp. 616.
- n. 103 - IANNELLI P. - I pascoli della Somalia. Parte prima: caratteristiche ed utilizzazioni - 1988, pp. 168.
- n. 104 - LOPEZ G. - L'allevamento dei ruminanti nei paesi dell'Africa Occidentale - 1988, pp. 232.
- n. 105 - AA. VV. - Lotta alla desertificazione e sviluppo agro-pastorale nel Nefzaoua Tunisino - 1989, pp. 482.
- n. 106 - GIORDANO A. - Il telerilevamento nella valutazione delle risorse naturali - 1989, pp. 112.
- n. 107 - ONGARO L. - Studio integrato delle risorse naturali del Nefzaoua: Carta delle Unità di Terre dell'area Kebili-Douz - 1990, pp. 150.

Biblioteca agraria tropicale

- RIZZOLI B. - Costruttori italiani e stranieri di macchine e attrezzature agricole di possibile impiego nei paesi tropicali - 1986, pp. 152.
- CASTELLANI E. - Elenco annotato dei funghi della Somalia - 1988, pp. 150.

Quaderni di economia per la cooperazione allo sviluppo agricolo tropicale

- n. 1 - MEI A. - Il lavoro nell'agricoltura tropicale. Programmi d'insegnamento della economia agraria e cooperazione con i paesi tropicali. Progetti di sviluppo e redistribuzione dei redditi nell'agricoltura tropicale - 1984, pp. 128.
- n. 2 - GUIDI A., DELCROIX N., PARTEL L., PONTEGGIA J., SERAFINI F. - Ecuador - 1989, pp. 152.
- n. 3 - GUIDI A. - Repubblica Araba dello Yemen: Rapporto Paese - 1989, pp. 86.

Documenti per la cooperazione allo sviluppo

- n. 1 - F.A.O., I.A.O. - Variétés de céréales cultivées au Maroc - 1989, pp. 88.
- n. 2 - GOMARASCA M.A., ALESSANDRO V. - Atti del Primo Convegno Nazionale su: Cartografia tematica da immagini da satellite nei paesi in via di sviluppo - 1989, pp. 144.
- n. 3 - BRANDOLINI A. (ed.) - Contributo italiano al programma internazionale di miglioramento genetico della patata (*Solanum tuberosum*) - 1989, pp. 167.
- n. 4 - BRANDOLINI A., GUIDI A., MARCHI V., PARTEL L., PUCCIONI SEGATTA M., CAMPOLMI G., DELCROIX N., REALI E. - Il ruolo dell'azienda agricola familiare nei P.V.S. - 1990, pp. 128.
- n. 5 - VI SEMINARIO EUROPEO SUI PASCOLI /VI EUROPEAN GRAZING WORKSHOP 1987 - Integrazione della sostanza secca ingerita da animali al pascolo: influenza sulle caratteristiche fisiologiche e di comportamento - 1990, pp. 158.
- n. 6 - AA.VV. - Carta delle Unità di Terre della Bassa e Media Valle del fiume Cedrino nella Sardegna Orientale - 1990, pp. 128.

Manuali tecnici per la cooperazione allo sviluppo

- n.1 - LANDI R. - La ricerca in agricoltura: programmi elementari in BASIC per l'elaborazione dati - 1989, pp. 128.
- n.2 - GERINI V. - I principali insetti dannosi alla coltura del cotone nei paesi tropicali e subtropicali - 1990, pp. 80.

Pubblicazioni varie

- SCARASCIA MUGNOZZA G.T. - Sviluppo agricolo e sicurezza alimentare - 1988, pp. 784.

Finito di stampare
nel dicembre 1990
dalla Litografia I.P., Firenze

INTRODUZIONE

IMPORTANZA DEL GERMOPLASMA MAIDICO BOLIVIANO

La minaccia sempre più incombente dell'esaurimento della variabilità genetica in talune importanti regioni del Continente Americano e dell'Europa ha conferito nuovo interesse alla raccolta, allo studio ed alla conservazione del germoplasma maidico dell'America Latina.

L'ampia variazione delle condizioni climatiche, conseguente alle differenze di latitudine e soprattutto di altitudine, in concomitanza con l'affermarsi di numerose civiltà di diversa origine e provenienza, ha fatto sì che in tale regione siano tuttora disponibili numerose popolazioni varietali di mais, caratteristiche di più o meno ampie comunità locali, ben adattate alle singole condizioni ambientali e portatrici di pregevoli caratteri, soprattutto di qualità del prodotto.

La regione boliviana ci sembra avere svolto un ruolo importante in particolare come nucleo centrale del centro di differenziazione andino.

La Bolivia infatti offre un'interessante sintesi orografica e climatica della regione andina centrale: la sua complessa articolazione in innumerevoli valli e vallette ha fornito la sede a civiltà agricole millenarie e la base fisica di molteplici centri di diversificazione di specie coltivate, in particolare del mais.

L'acrocoro boliviano può essere di conseguenza considerato un vasto laboratorio biologico nel quale si sono concentrati tutti gli elementi favorevoli alla differenziazione ed al mantenimento delle forme coltivate di interesse economico alimentare.

In relazione a ciò, iniziative di raccolta e di studio sono state intraprese da KULESHOV (1929-1933), CUTLER (1946), BRIEGER e Coll. (1958), RAMIREZ e Coll. (1960), CARDENAS (1968). Una più recente monografia descrittiva è stata pubblicata dalla F.A.O. nel 1968 ad opera di A. RODRIGUEZ, M. ROMERO, J. QUIROGA, in collaborazione con un Autore della presente pubblicazione.

Una nuova campagna di raccolta, effettuata a partire dal 1977 ha fornito nuovi materiali di studio, consentendo un ampliamento ed approfondimento della classificazione, basato sull'inclusione di ulteriori campioni di più recente raccolta, ma soprattutto sull'affinamento e la precisazione di criteri obiettivi di raggruppamento.

IL PROBLEMA TASSONOMICO

Le iniziative di classificazione dei tipi di mais esistenti e conosciuti sono state sinora tanto numerose quanto deludenti: la difficoltà a definire linee di demarcazione sufficientemente obiettive tra popolazioni diverse nell'ambito del genere *Zea*, monoico e panmittico, nel quale è frequente lo scambio genetico tra popolazioni distanti, non consente l'adozione dei moduli classificatori generalmente ammessi per i generi e le specie botaniche.

Numerosi tentativi sono stati fatti sin dall'introduzione del mais in Europa, dal tempo degli Erbaristi rinascimentali: negli ultimi due secoli sono state proposte varie classificazioni, tra cui quelle del BONAFIOUS (1836), del KÖRNICKE (1885) ed infine dello STURTEVANT (1890), completata più recentemente dal KULESHOV (1928) e dal GREBESCNIKOV (1956).

Le classificazioni si basano fundamentalmente su taluni caratteri della cariossida e della spiga che, se utili dal punto di vista dell'incasellamento delle varietà studiate (piccola frazione delle esistenti), lasciano aperto il problema tassonomico intraspecifico, in quanto le classi così individuate comprendono sovente tipi dissimili per l'origine e per le caratteristiche morfologiche, biologiche e di adattabilità.

Non è stato possibile perciò, finora, delineare una classificazione naturale del mais atta ad inquadrare completamente le diverse forme note e che non si limitasse a suddividerle artificialmente solo sulla base di pochi caratteri ereditari, ma ne rendesse evidenti le relazioni genetiche e di origine.

Il notevole corpus di conoscenze recentemente acquisite sulla genetica formale, la citologia e la genetica delle popolazioni ha permesso ad ANDERSON e CUTLER (1942) di proporre nuovi approcci alla soluzione del problema attraverso l'uso di elementi botanici, genetici ed archeologici. In contrapposizione alla classificazione alquanto artificiale dello STURTEVANT, talora fondata su differenze discriminanti monogeniche, essi misero in evidenza che una classificazione naturale deve basarsi sulla valutazione dell'intero genoma, integrandone il massimo numero di fattori ereditari.

Dal punto di vista del catalogamento delle diverse forme, la classificazione naturale può presentare un'utilità non superiore a qualsiasi altra classificazione artificiale: essa è risultata però infinitamente più valida, come mezzo per definire le relazioni e per individuare gli indirizzi evolutivi.

A completamento delle caratteristiche biometriche utilizzate ai fini classificatori dai ricordati Autori e da MANGELSDORF e SMITH (1949), si sono dimostrati di grande importanza i rilievi citologici sul numero e la posizione dei knob nella fase di pachitene. L'esame di numerose popolazioni regionali ha infatti consentito a BROWN (1949), McCLINTOCK (1960), LONGLEY (1938), LONGLEY e KATO (1965) e KATO e BLUMENSCHNEIN (1967), di trovare valide conferme alle ipotesi circa le relazioni filogenetiche tra razze e varietà.

Il primo moderno studio sistematico delle razze di mais nell'emisfero occidentale risale a WELLHAUSEN e Coll. (1951); in tale studio gli Autori, basan-

dosi su considerazioni di ordine citologico, morfologico, genetico ed archeologico, pervennero ad una classificazione in gruppi razziali dell'abbondante materiale raccolto nel Messico. L'analisi dei dati consentì di proporre su base obiettiva le relazioni filogenetiche fra le razze descritte e di definire una loro suddivisione in razze primitive, derivate, introdotte ed incipienti.

Sul modello adottato nella monografia citata furono iniziate, nella maggior parte degli stati latino-americani, operazioni di collezione e di studio del germoplasma maidico locale, sotto gli auspici, in un primo tempo, della Rockefeller Foundation e, più recentemente, della FAO e dell'IBPGR.

Per quanto riguarda la regione boliviana, interessanti studi descrittivi sono stati pubblicati da CUTLER (1946), BRIEGER e Coll. (1958), RAMIREZ e Coll. (1960) e RODRIGUEZ e Coll. (1968).

CARATTERISTICHE FITOGEOGRAFICHE DELLA BOLIVIA

Nella Bolivia, situata nella fascia tropicale e caratterizzata da una accidentata orografia, sono rappresentati tutti i tipi climatici, dal subpolare al tropicale umido.

Situata fra i 9° 32' ed i 22° e 35' di latitudine sud e tra i 69° 35' ed i 57° 27' di longitudine ovest, la Bolivia è fisiograficamente caratterizzata dal sistema orografico andino, che, prima di entrare nel territorio boliviano, si ramifica formando la Cordigliera occidentale, dell'altezza media di 5.000 m s.l.m. e la Cordigliera orientale, dell'altitudine media di 5.500 m s.l.m.

Tra le due Cordigliere si trova, ad un'altitudine media di 3600 m s.l.m., l'Altipiano boliviano, il cui sistema idrografico è costituito dai due laghi Titicaca e Poopo, connessi dal fiume Desaguadero.

L'Altipiano è caratteristicamente arido, freddo e molto ventilato: nella regione settentrionale le precipitazioni sono però più abbondanti che nelle regioni centro-meridionali. La regione meridionale è invece quasi desertica, con insediamenti agricoli molto dispersi, nei quali si coltivano l'orzo, la quinoa (*Chenopodium quinoa*), la patata (*Solanum tuberosum* ssp *andigenum*), l'oca (*Oxalis tuberosa*) e la papalisa (*Ullucus tuberosus*).

Le ramificazioni della Cordigliera Orientale o Reale danno origine alla zona delle *valli mesotermiche* e, sul versante nord orientale, alle vallate sub tropicali denominate *Yungas*.

Nelle *Vallate mesotermiche* il clima è temperato, senza una stagione fredda ben definita, e con precipitazioni annuali concentrate in 4 o 5 mesi, per un totale di 550 mm. La vegetazione naturale presenta di conseguenza talune caratteristiche xerofite.

L'altitudine varia tra i 1550 ed i 3000 m s.l.m.: vi si possono pertanto distinguere tre regioni: le *Valli Alte* (2600-3000 m s.l.m.); le *Valli Medie* (2000-2500 m s.l.m.); le *Valli Basse* (1500-1900 m s.l.m.).

Nelle *Valli mesotermiche* sin dall'antichità ebbero sede le principali attività agricole del Paese, che attualmente si fondano sulla coltivazione del mais, delle patate, degli ortaggi, dei fruttiferi e delle foraggere.

Nei dipartimenti di La Paze e Cochabamba i versanti orientali della Cordillera Reale sono denominati *Yungas* e sono caratterizzati da abbondanti precipitazioni.

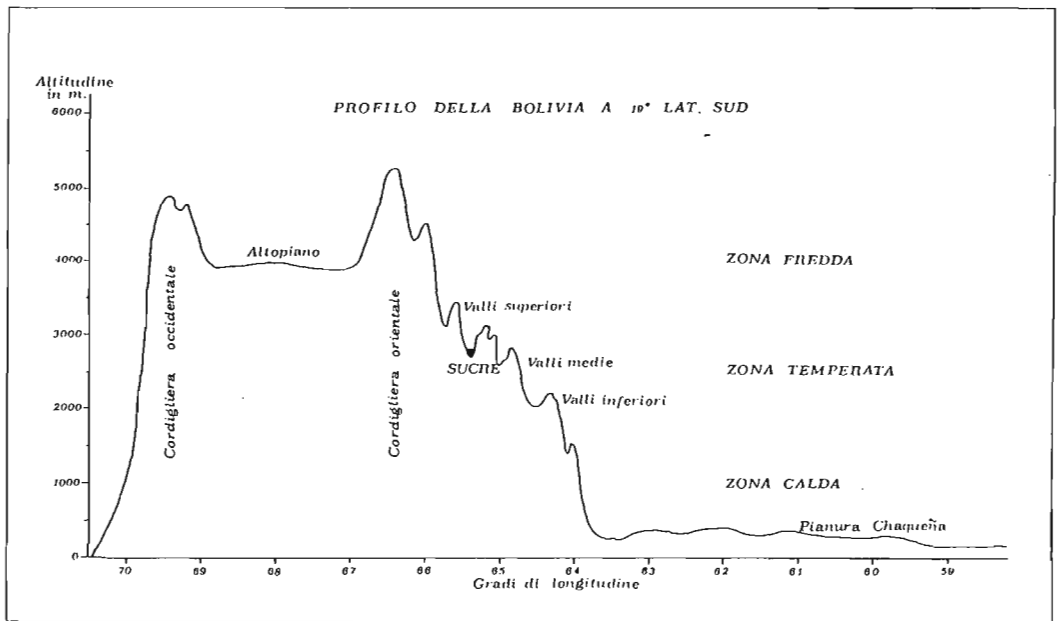
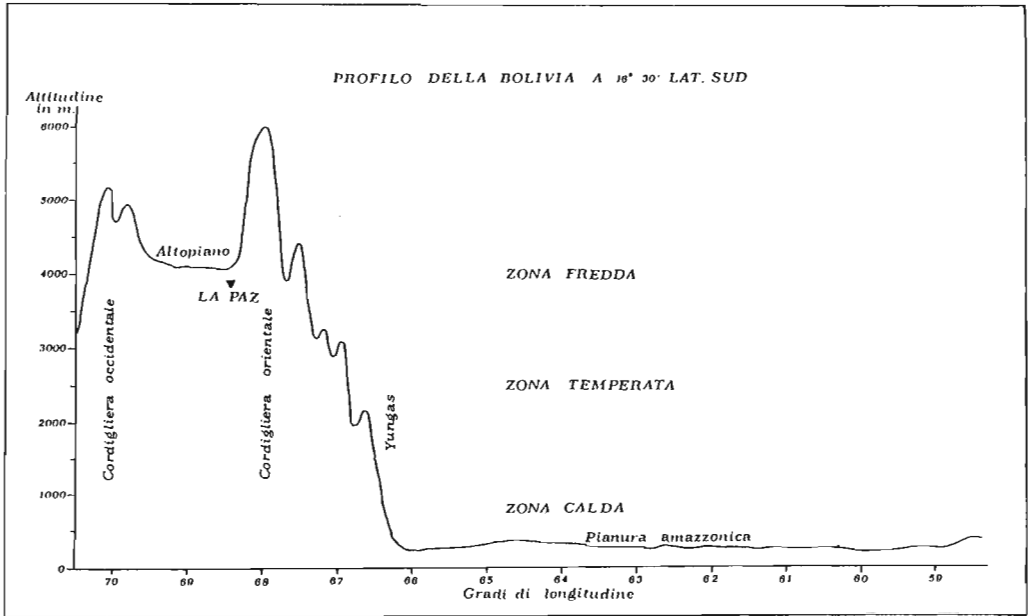
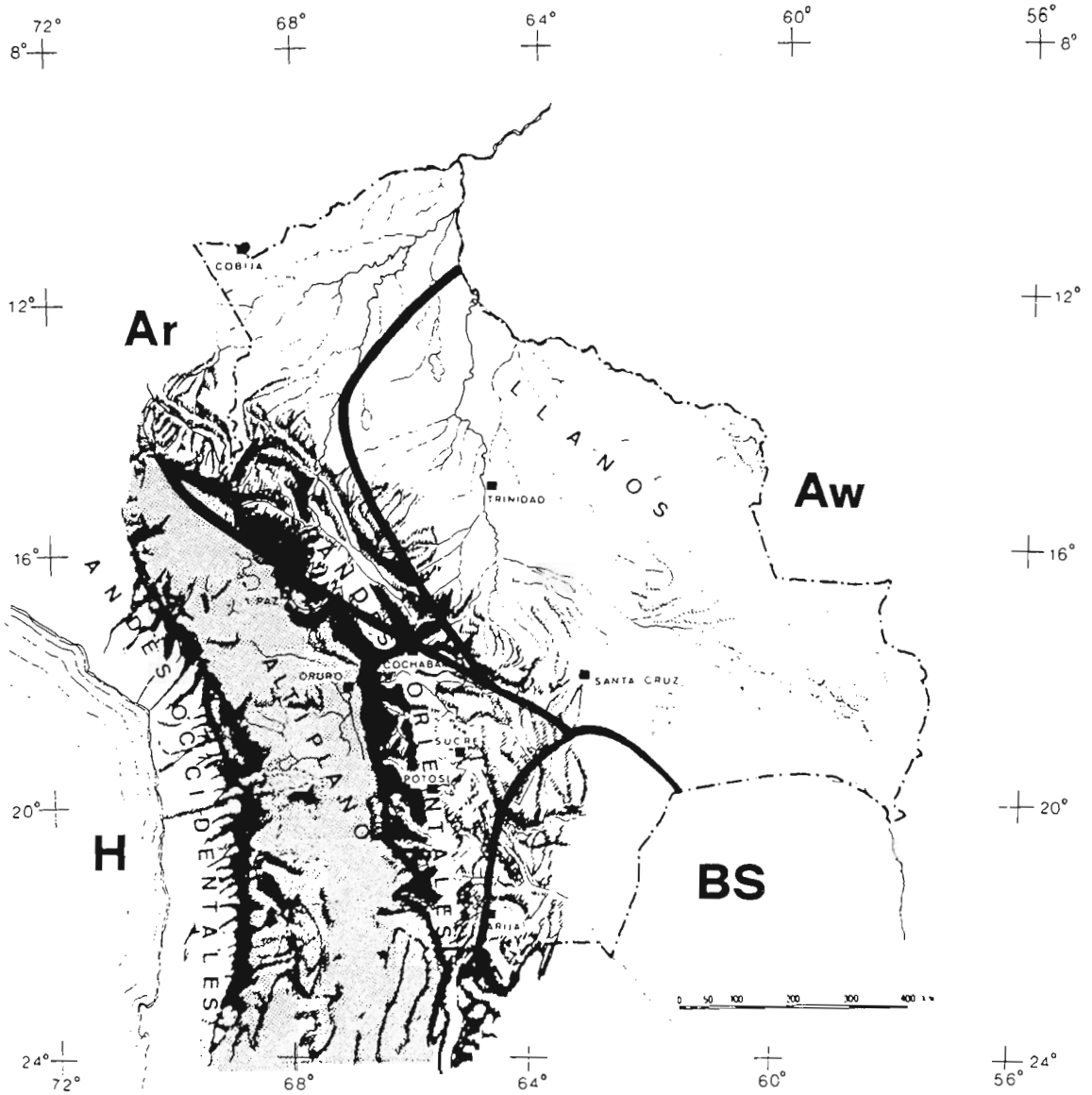


Grafico 1 - Profilo della Bolivia a 16° 30' e 19°



ZONE CLIMATICHE

- H** : Clima secco e semiarido di altura
- Ar** : Clima tropicale umido con 10-12 mm piovosi
- Aw** : Clima tropicale umido/secco, con inverno secco
- Bs** : Clima tropicale secco/semiarido di pianura

Fig. 1 - Orografia e zone climatiche (Trewartha - Robinson)

ni e da un clima subtropicale, con temperature variabili in relazione all'altitudine. La vegetazione naturale è densa e varia in funzione di un'altitudine che va da 2500 a 1000 m s.l.m.

Ad un'altitudine inferiore ai 1000 m s.l.m. giacciono gli *llanos*, che comprendono le *pianure del Bacino Amazzonico*, le *pampas dei Mojos*, la *regione guaraya*, la *foresta dell'alto Paraguay*, la *savana di Santa Cruz* ed infine il *Chaco boliviano*.

La Bolivia *amazonica* si estende nel settore nord orientale occupando un'area di 172000 kmq (ARCE, 1967), coperto da una densa foresta pluviale, ad un'altitudine variabile tra i 120 e 350 m s.l.m.

La temperatura media annuale varia da 27 a 30°C, senza cambiamenti termici stagionali di rilievo; le precipitazioni si aggirano sui 2500-3000 mm l'anno.

Nelle foreste amazzoniche sono ampiamente diffusi il castagno americano (*Bertholletia excelsa*), l'albero della gomma (*Hevea brasiliensis*) e numerose palme, utilizzate sia per i frutti sia per il legname di pregio.

Le *pampas dei Mojos* sono situate quasi interamente nel dipartimento del Beni e presentano il tipico aspetto della savana tropicale semi-umida o umida, coperta da grandi estensioni di praterie interrotte da isole boschive.

La regione *guaraya* ha caratteristiche abbastanza simili a quelle delle *pampas dei Mojos*, da cui differisce per la scarsità di precipitazioni nella stagione invernale, presentando di conseguenza una vegetazione arborea più bassa con estese foreste di palmacee.

Le foreste dell'*alto Paraguay* sono caratterizzate da una vegetazione capace di adattarsi ad un inverno secco ed a una stagione estiva molto piovosa; vi prevalgono i generi *Aranburana*, *Piptadenia*, *Coriniana* e *Ficus*.

I terreni sono scarsamente fertili e si hanno forti sbalzi di temperatura anche durante il ciclo diurno.

La savana di *Santa Cruz* è invece costituita da pianure relativamente sabbiose, ad un'altitudine di circa 450 m s.l.m., caratterizzate da clima tropicale con scarsa piovosità e stagionalità poco marcata.

L'umidità dell'aria è però relativamente elevata e costante durante il ciclo annuale.

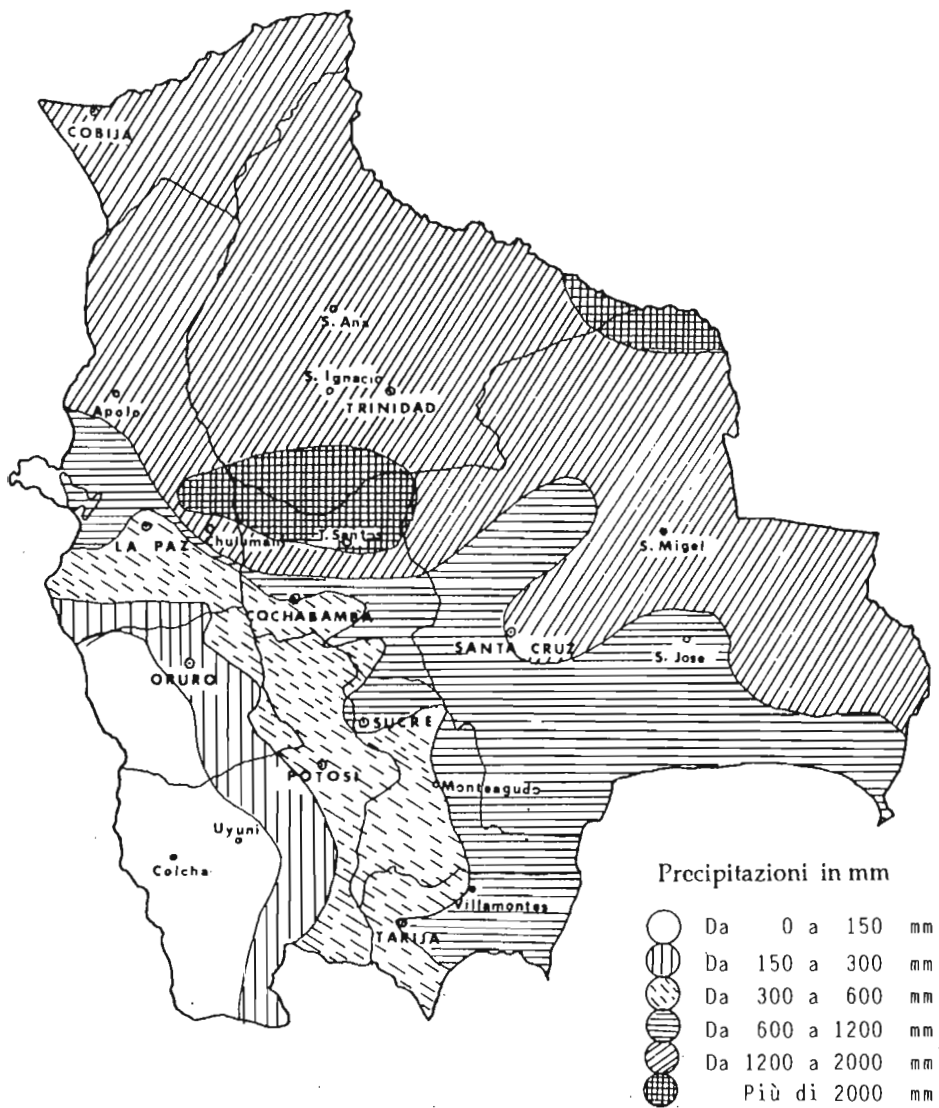
Nel recente ventennio un intenso fenomeno migratorio interno vi ha determinato un'estesa colonizzazione spontanea basata sulla coltivazione del riso, del mais, della canna da zucchero, del cotone e di altre piante tessili.

Le associazioni vegetali originarie, costituite da Begoniacee, Tabebuia, Tecoma e dalla *Piptadenia*, insieme a molte altre essenze da legname, sono ormai in pericolo di scomparsa per l'incontrollata colonizzazione.

Il *Chaco boliviano* è simile a quello paraguaiano ed a quello argentino: presenta aspetti tipicamente xerofitici, con abbondanti cactacee, poligonacee ed acacie spinose.

Le precipitazioni annuali variano da 500 a 800 mm, prevalentemente concentrate in pochi mesi: il clima risulta quindi del tipo sub tropicale asciutto.

Oltre alle cactacee predominano nella zona le leguminose, arboree, arbustive ed erbacee, unitamente ai generi *Schinopsis*, *Aspidosperma*, *Prosopis*, *Bomba*, *Astronium*.



Mapa 1 - Isoiete annuali e regioni fitogeografiche

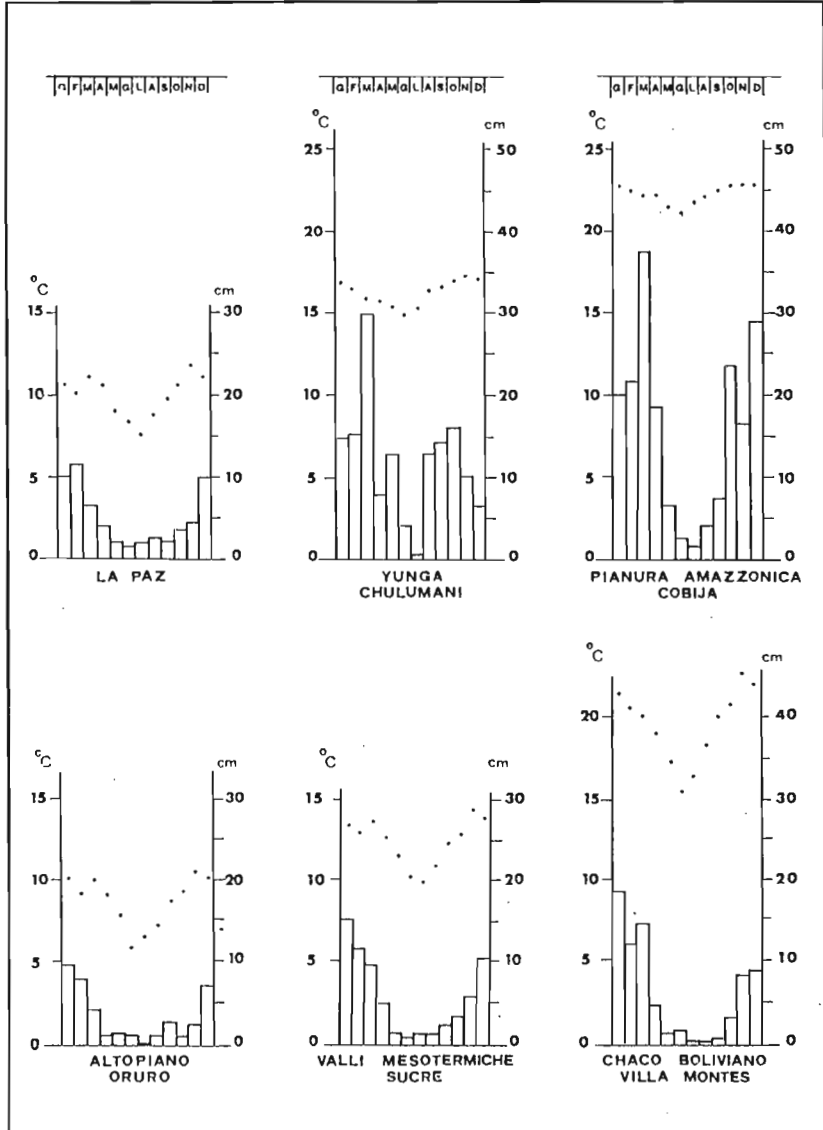


Grafico 2 - Precipitazioni e temperature medie mensili

CLIMA E PERIODI CULTURALI

Il clima delle regioni boliviane è strettamente condizionato dall'andamento delle temperature e dalla distribuzione delle precipitazioni.

La lunghezza del giorno varia invece scarsamente nell'arco annuale e non contribuisce alla determinazione della stagionalità, che risulta pertanto strettamente legata all'elemento termico e, soprattutto, alla presenza o meno di precipitazioni.

La variazione annuale delle temperature e delle precipitazioni è illustrata nel grafico 2 relativo a sei località tipiche delle differenti regioni climatiche.

Le epoche di coltivazione del mais variano di conseguenza in relazione alle caratteristiche delle diverse zone.

Nella regione dei *valles* si semina nei mesi più secchi.

Nelle zone dove non esiste il pericolo di gelate, si pratica il tipo di coltivazione denominato "mischka", con semine ai primi di settembre, destinate principalmente alla produzione di spighe da raccogliere e consumare nello stadio di maturazione lattea (Choclo).

Le operazioni colturali nelle Valli sono costituite da due arature, dal diserbo e dalla rincalzatura manuale. Nelle zone irrigue si praticano solitamente da tre a sei irrigazioni per infiltrazione in turni settimanali.

Nella rotazione colturale, il mais è preceduto dalla patata ed è seguito dall'erba medica.

Nelle regioni delle *Yungas* e dei *llanos* si esegue la semina in settembre, di solito in appezzamenti di recente disboscamento.

In qualche zona si semina ancora usando il cavicchio (Chaquitacla), in piccoli appezzamenti familiari: tale metodo, di origine preincaica, è frequente soprattutto nelle parcelle disboscate da poco, dove il materiale organico conferisce grande porosità al terreno.

Recentemente la costituzione di moderne imprese agricole vicino agli impianti zuccherieri ha accelerato il processo di meccanizzazione della maiscoltura e la sostituzione delle varietà locali con altre più produttive introdotte e derivate dal Cubano giallo.

A) Zona fredda (Colomi) (3.000 m.s.l.m.)													
Mesi	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	
Temp. X (°C)	8,9	11,0	12,9	11,5	11,6	10,2	12,0	10,0	7,0	6,5	6,2	7,1	
Precip. (mm)	76	90	120	135	145	135	73	32	24	20	26	56	
Grano				15	15					15			
Fava			1	15							31		
B) Zona mesotermica (Pairumani) (2.600 m.s.l.m.)													
Mesi	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	
Temp. X (°C)	14,4	16,2	16,4	15,0	14,2	14,0	14,4	13,8	12,0	10,0	10,0	13,0	
Precip. (mm)	25	30	35	80	140	110	60	15	9	6	8	25	
Grano					1	15					15		
Mais		15	15										
Fava													
C) Zona sub-tropicale (Montero) (400 m.s.l.m.)													
Mesi	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	
Temp. X (°C)	22,1	23,0	23,0	22,8	22,3	22,1	20,8	20,4	20,0	18,7	18,0	20,1	
Precip. (mm)	60	60	80	120	160	120	90	35	42	28	30	45	
Mais			15	30					30				
Fagiolo	1	30											
Grano									15	31			

Grafico 3 - Cicli produttivi nelle principali regioni agricole

L'AGRICOLTURA NELLA PREISTORIA BOLIVIANA

Delinare sinteticamente un quadro della preistoria dell'agricoltura boliviana non è né facile né semplice: non è possibile d'altronde prescindere quando si intenda discutere del processo evolutivo del mais nella regione andina centrale.

Se le civiltà mediterranee debbono il loro sviluppo alla granicoltura e le asiatiche alla risicoltura, certamente le culture americane fondano il loro sviluppo principalmente sulla coltivazione del mais e dei tuberi eduli.

Allorché si accenna all'agricoltura andina il pensiero corre quasi sempre alla civiltà Inca, ignorando che prima dell'affermarsi di tale predominio politico-militare erano fiorite per quasi un millennio, lungo il sistema andino, svariate civiltà, di cui tuttora sfruttiamo l'eredità.

Ricorderemo a tale proposito che negli anni '50 *Ibarra Grasso* riportò alla luce un giacimento di manufatti in pietra rozzamente lavorati, datati 15-20 mila anni fa, ed assimilabili al livello paleolitico del Vecchio Mondo.

L'insediamento corrispondente era localizzato sulle rive di un lago allora esistente sull'Altipiano e basava il proprio sostentamento sulla caccia e sulla pesca: in zone adiacenti sono stati rinvenuti ulteriori reperti archeologici appartenenti ad un paleolitico più recente.

Giacimenti mesolitici, con frequenti punte di frecce peduncolate di forma triangolare, levigate e di piccola dimensione databili 8000 anni fa, sono pure stati individuati: l'assenza di ceramica non ha consentito la permanenza di residui vegetali alimentari: è tuttavia probabile che già in questo periodo fosse diffusa un'agricoltura rudimentale, praticata con attrezzi litici o di legno grezzo, analogamente a quanto avveniva in taluni insediamenti peruviani coevi.

Purtroppo non essendo stata attuata nessuna analisi dei pollini fossili nelle zone circostanti, non è stato sinora possibile definire l'antichità del mais in Bolivia e, conseguentemente, accettare od escludere definitivamente l'ipotesi dell'addomesticamento policentrico.

CULTURE MEGALITICHE

Uno dei periodi più interessanti per chi studi le origini dell'agricoltura andina è certamente quello megalitico, il cui inizio data 1500 anni a.C. e la cui presenza si è mantenuta evidente sino al primo secolo a.C..

L'area d'influenza non è limitata alla Bolivia ma si estende alle zone andine del Perù e dell'Argentina settentrionale.

A tale periodo risalgono i primi ritrovamenti di ceramiche, l'uso della pietra levigata, la conoscenza dei tessuti, l'uso del rame, l'addomesticamento del lama e degli altri auchenidi ed infine l'inizio di un'agricoltura che può essere assimilata a quella primitiva di altri Continenti.

E' altamente probabile che in tale periodo le condizioni siccitose o di grande

umidità abbiano spinto le popolazioni ad ovviare alle difficoltà alimentari dei periodi di minore raccolta mediante la coltivazione, sulle rive dei fiumi o in altre zone dotate di suolo fresco e leggero, di talune piante tubericole e del cereale mais.

La scarsa sensibilità degli archeologi e degli amatori per tutto ciò che, come i residui vegetali, non rappresenti un manufatto artistico od artigianale, non ha consentito sinora di riconoscere le specie addomesticate nel megalitico boliviano: non si ha d'altra parte ancora notizia di ritrovamenti di spighe di mais nei giacimenti ad esso attribuibili.

E' invece interessante ricordare la scoperta di accette di ematite, lavorata come pietra e successivamente esposta al fuoco, così da determinare un incipiente processo di fusione superficiale.

CIVILTÀ TIAHUANACO

Intorno al 500 a.C., sull'Altiplano a sud del lago Titicaca ebbe inizio una civiltà che successivamente, nel massimo periodo di espansione, estese la sua influenza agli attuali dipartimenti di La Paz e Cochabamba, a parte di quelli di Oruro e Potosì, e successivamente alla zona andina meridionale e a quasi tutta la parte costiera del Perù insieme alla regione settentrionale del Cile.

PONCE (1961) ha suddiviso tale cultura, con epicentro in Tiahuanaco, in cinque periodi.

Il primo ed il secondo periodo, caratterizzati da una tipica ceramica dipinta, coincisero con la coltivazione di numerose specie, addomesticate localmente o introdotte da regioni limitrofe. Sull'Altiplano una delle principali colture tubericole fu la patata, non sappiamo quale delle tante specie tuttora coltivate dagli autoctoni. In alcune tombe risalenti a tale periodo sono state infatti ritrovate patate disidratate mediante trattamenti reiterati in acqua al punto di fusione (l'attuale chuño).

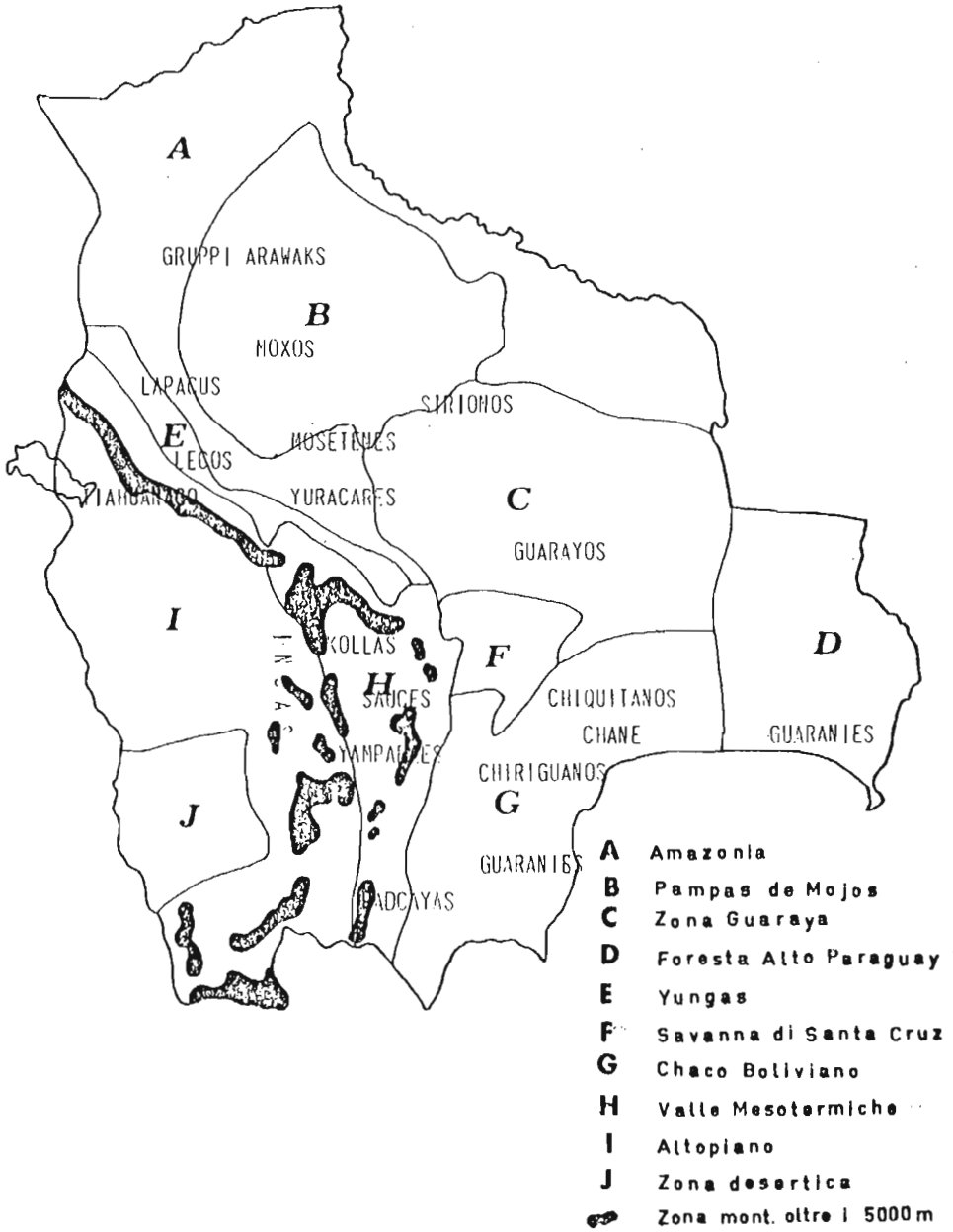
Nelle vallate mesotermiche si venne invece affermando, come prodotto alimentare di base, il mais.

Nel terzo periodo, "antico", corrispondente all'incirca all'inizio dell'era volgare, si sviluppò la costruzione di importanti palazzi e templi in pietra intorno alla città di Tiahuanaco. L'alimentazione si basò principalmente sulla coltivazione delle diverse specie tuberifere e di un falso cereale, il *Chenopodium quinoa*, di eccellente valore alimentare.

Nelle zone mesotermiche si andarono sviluppando numerose civiltà locali, tra le quali ricorderemo la Saucos della provincia di Mizque, presso le quali è rilevabile l'utilizzazione di forme evolute di mais come ornamentazione del vasellame in ceramica.

Nel quarto periodo, il "Tiahuanaco classico", le arti raggiunsero il livello più elevato: le rovine di Tiahuanaco, con i grandi templi, i grandi monoliti, l'equilibrio cromatico della ceramica, testimoniano una delle più elevate civiltà dell'America indigena.

Il potere militare, economico e politico dei popoli Aymara durante questo periodo si basava attendibilmente su un avanzato stadio di specializzazione



Mappa 2 - Regioni fitogeografiche ed etnie locali

agricola.

Dalla fine del secolo VIII sino al secolo X si sviluppò il quinto periodo Tiahuanaco, detto anche "espansivo" o "decadente", durante il quale ebbe luogo un'espansione economica e culturale di notevole estensione: i reperti mostrano però che in tale epoca la cultura Tiahuanaco, venuta a contatto con altri popoli di livello inferiore, s'impoverì notevolmente.

Tale indirizzo, secondo IBARRA GRASSO, potrebbe attribuirsi all'iniziativa militare di qualche gruppo periferico che, forse basandosi su un'agricoltura più sviluppata di quella altiplanica, poté imporre un ampio predominio militare, sia pure ad un livello culturale meno elevato di quello del periodo classico.

Al periodo espansivo fa seguito, nelle zone andine della Bolivia, un'epoca caratterizzata dalla formazione di numerose civiltà più o meno autonome: la più importante è quasi certamente quella Kolla, contemporanea al primo periodo Inca.

Campioni di mais di tale periodo sono conservati tuttora nei musei e rivelano caratteristiche notevolmente simili a quelle dei mais attuali.

In alcuni casi un attento esame permette di riconoscere precise analogie con talune razze di mais ancora coltivate dagli indigeni boliviani.

Recentemente è stato possibile agli Autori di esaminare cariossidi rinvenute in un cimitero pre-incaico nella zona di Vinto (Cochabamba) e riconoscere caratteristiche assimilabili a quelle delle razze Kulli, Pisanckalla e Chuspillu.

PERIODO INCA

Dal 1400 al 1500 d.C. quasi tutto il territorio andino della Bolivia fu assoggettato dagli Incas, che lo incorporarono all'impero, come *Collasuyu*.

E' abbastanza noto il livello artistico ed intellettuale della civilizzazione incaica: l'agricoltura costituì l'attività fondamentale dell'impero, raggiungendo un originale livello organizzativo che garantì la possibilità di sostentamento equilibrato delle classi produttive oltre che dei ceti culturali, militari e teologici.

Diverse opere d'ingegneria idraulica possono essere tuttora apprezzate per l'impegno costruttivo e l'ingegnosità delle soluzioni.

L'attività agricola era peraltro totalmente basata sulla forza dell'uomo, non esistendo in America né bovini né equini atti a collaborare nella faticosa opera di coltivazione.

La politica delle colonie agricolo-militari, i "mitimaes", contribuì attraverso lo scambio di intere comunità tra le diverse regioni dell'impero, a trasferire germoplasma maidico a grande distanza, favorendo così lo sviluppo di nuovi livelli eterotici nelle popolazioni ibride di questo cereale.

A seguito della conquista Incaica i popoli di lingua "aymara" ebbero solo due alternative: sottomettersi all'impero conservando taluni costumi ed adottando l'idioma quechua o trasferirsi nelle zone più elevate, traendo seco animali e sementi, nel cui ambito selezionare quelle varietà che meglio si adattassero all'ambiente altiplanico e che ancora oggi possiamo apprezzare per l'altissima specializzazione adattativa.

Nei Valles le diverse popolazioni si sottomisero ai conquistatori con mag-

giore docilità, quechuizzandosi: pure è ben noto che un certo numero di comunità emigrarono verso oriente e specialmente verso il sud-est, per poi contaminarsi o sottomettersi al dominio dei Guaranì, popolo guerriero di avanzata civilizzazione agricola insediato nel bacino del Paranà.

A tali migrazioni forzate sembra potersi attribuire il trasferimento dei mais Perla a nord e Morocho a sud, verso le pianure.

Sembra che precedentemente alla conquista Inca, le culture delle vallate centrali abbiano selezionato soprattutto forme simili all'attuale Kajbia; nelle vallate meridionali sembrerebbe invece aver avuto sede la differenziazione dei Morocho. Nel periodo Inca la migrazione dei "Mitimaes" ne favorì l'incrocio casuale o volontario con altre razze, e diede origine all'Hualtaco, al Cuzco, all'Huillcaparu, etc..

È difficile definire una data sia pur approssimativa dell'inizio dello sviluppo agricolo nelle pianure: in epoca storica alcune tribù, ricorderemo nel nord-est i Mojos ed i Chiquitos, coltivavano il caratteristico tipo di mais comune a tutto il comprensorio amazonico.

È tuttavia rilevabile un'influenza del germoplasma caraibico, a seguito delle immigrazioni di popolazioni Arawak, originarie di tale bacino, che nel corso delle loro amplissime migrazioni raggiunsero persino le sponde del lago Poopo.

Nella Bolivia meridionale numerose piccole tribù abitavano in sparsi insediamenti agricoli nella pianura del Chaco; ricorderemo soprattutto la coltura Chiriguana, alquanto affine alla Guaranì, la cui attività agricola si fondava sull'impiego di mais dotati di caratteristiche intermedie tra i Morocho andini ed i mais amazonici.

Nella tabella 1 è riassunto sinotticamente l'efficace contributo degli Aborigeni boliviani al progresso dell'agricoltura ed al benessere dell'umanità, attraverso l'addomesticamento ed il miglioramento delle specie di interesse agricolo.

Per quanto riguarda il mais la tabella successiva presenta la distribuzione delle razze tuttora coltivate, in relazione alle regioni fitogeografiche, ricordandone le civiltà agricole originarie, di cui rimane non solo la traccia storica ma un evidente riflesso nei tipi di mais alla cui formazione contribuirono.

TAB. 1a -DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DELLE SPECIE ECONOMICHE COLTIVATE PRIMA DELLA SCOPERTA DELL'AMERICA.

CATEGORIA	ALTOPIANO	VALLATE MESOTERMICHE E YUNGAS	PIANURE ORIENTALI
CEREALI	<i>Chenopodium quinoa</i> , <i>Ch. pallidicaule</i> , <i>Amaranthus edulis</i>	<i>Zea mays</i> , <i>Chenopodium quinoa</i> , <i>Ch. pallidicaule</i> , <i>A. edulis</i>	<i>Zea mays</i>
TUBERIFERE	<i>Solanum</i> spp., <i>Oxalis tuberosa</i> , <i>Ullucus tuberosus</i> , <i>Tropaeolum tuberosum</i> , <i>Scirpus riparius</i>	<i>Solanum</i> spp., <i>Arracacia xanthorrhiza</i> , <i>Xanthosema sagittifolia</i> , <i>Canna edulis</i> , <i>Pachyrrhizus shipa</i> , <i>Maranta arundinacea</i> , <i>Polymnia sonchifolia</i>	<i>Manihot utilissima</i> , <i>Ipomoea batatas</i>
LEGUMINOSE	<i>Lupinus mutabilis</i>	<i>Phaseolus</i> spp.	<i>Arachis hypogaea</i>
CUCURBITACEE		<i>Cucurbita pepo</i> , <i>C. maxima</i> , <i>C. ficifolia</i> , <i>Cyclanthera pedata</i>	<i>Cucurbita moschata</i>
SOLANACEE DA FRUTTO		<i>Solanum</i> spp., <i>Cyphonandra</i> spp.	<i>Solanum</i> spp.
ALBERI ED ARBUSTI		<i>Annona cherimolia</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Inga edulis</i> , diverse <i>Rosaceae</i>	<i>Annona muricata</i> , <i>A. squamosa</i> , <i>A. cherimolia</i> , <i>Ananas sativus</i> , <i>Carica papaya</i> , diverse: <i>Moraceae</i> , <i>Guttiferaceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Sapotaceae</i> , <i>Rubiaceae</i> , <i>Myrtaceae</i> , <i>Palmae</i>
PIANTE INDUSTRIALI			
Tessili		<i>Corchorus</i> spp.	<i>Gossypium</i> spp.
Coloranti	<i>Berberis</i> spp., diverse <i>Cacteeae</i>	diverse <i>Cacteeae</i>	<i>Indigofera</i> spp., <i>Bixa orellana</i>
Medicinali	<i>Crameria</i> spp.	<i>Erythroxylon coca</i>	<i>Cinchona</i> spp., <i>Cephaelis jpecacuana</i>
Narcotiche e allucinogene		<i>Trichocercus</i> spp.	<i>Piptadenia</i>
Officinali	<i>Porophyllum ruderale</i>	<i>Capsicum</i> spp., <i>Tagetes graveolens</i>	

TAB. 1b - RELAZIONI TRA RAZZE, REGIONI ED ETNIE LOCALI

REGIONI FITOGEOGRAFICHE	ALTOPIANO VALLE ALTO	VALLI MESOTERMICHE	YUNGAS SUBTROPICALI	AMAZONIA	PIANURE DI HOXOS	ZONA GUARAYA	ALTO PARAGUAY	SAVANNA DI S. CRUZ	CHACO BOLIVIANO
POPOLAZIONI	megalitico Tiahuanaco	megalitico Sauces Yamparas Tiahuanaco Kollas	Arawaks Lapetus, Leco Tiahuanaco	Arawaks	Yuracares Moxos	Sirionos	Chiquitanos	Chiquilianos Guarayos	Chané Guaranies Chiriguanos
COMPLESSI RAZZIALI : Razze	Incas	Incas	Incas	noxos		Guarayos Guaranies			

1) Complesso Pisanckalla

Pura, Purite

Pasankalla

Pisanckalla

*

*

*

*

2) Complesso Valle Alto

Huaca songo, Jampe tongo, Paru

*

3) Complesso Marinoso del Valle

Kulli, Ayzuma, Oke, Colorado

Kajbia, Chuspillo, Checchi

Marinoso 8 hileras, Hualtaco

Huillicaparu, Kellu Huillicaparu, Concebideno, Tuimuru

Yungueno

*

4) Complesso Morocho

Karapampa, Morocho lillo, Morocho chico, Morocho, Kellu

Morocho chaqueno, Morocho grande

*

*

*

*

*

5) Complesso Amazonico

Enano e derivati

Blando e Duro amazonico

Bajo, Canario, Blando cruceno

*

*

*

*

*

*

6) Complesso Perla

Uchuquilla, Chaquesara, Perla

*

7) Gruppo Cordillera

Perla del llano, Perola

Morocho 14 hileras, B. Hojo, Cordillera, Achuchema

*

*

*

*

*

*

*

*

*

CAPITOLO I

Origine ed evoluzione dei mais boliviani

CARATTERISTICHE ORIGINARIE DEL MAIS

I reperti di polline fossile risalenti a 100.000 anni, segnalati dal BARGHOORN (1954) e quelli archeologici più recenti (5.000 anni a.C.) di MANGELSDORF et al. (1956), hanno da una parte consentito di accertare i tempi dell'evoluzione delle *Maydeae* del Messico e, dall'altra, di identificare le tappe e le cause evolutive nei primi stadi di addomesticamento della specie, facendone riconoscere talune linee direttrici.

Un accurato studio comparativo e filogenetico delle razze di mais tuttora presenti nel nuovo mondo e di quelle da esso emigrate negli ultimi cinque secoli negli altri Continenti, consente di ritenere che all'arrivo dell'uomo nelle Americhe (tra i 15000 ed i 10000 a.C.) il mais selvatico doveva ormai essersi diffuso nella maggior parte delle grandi vallate e conche montane.

Da tali regioni poté estendersi poi in quelle di savana e prateria, nelle fasce tropicali e sub-tropicali del continente, in condizioni climatiche che permisero di stabilizzare le caratteristiche genetiche di pianta annuale, ampiamente tollerante delle alte temperature, ma inadatta a quelle inferiori ai 10-15°C, liofila, ma scarsamente adattata a terreni eccessivamente umidi o aridi.

Il mais primitivo, al sorgere dell'interessamento umano, presentava caratteristiche di ordine tassonomico già ben definite ed essenzialmente simili a quelle a noi familiari, differenziandosene solo per dimensione delle parti:

- genere monoico;
- pianta scarsa di polloni, specie nelle regioni più secche, con spighe inserite sul culmo;
- infiorescenza terminale tendenzialmente staminata, con spighe appaiate, una sessile e l'altra pedicellata;
- infiorescenze laterali, tendenzialmente pistillate, talora bisessuali, con spighe pistillate prossimali, le staminate distali su rachide;
- tutolo/rachide relativamente sottile, tenero ed alquanto fragile, con cupule superficiali e quasi glabre;

- spighe appaiate, glume lunghette, soffici, scarse di peli, con deboli caratteristiche di ricoprimento delle cariossidi (carattere semitunicatoide);
- cariossidi inserite sul rachide in posizione distica, due ranghi di due file ciascuno;
- brattee in numero scarso, divergenti a maturità per facilitare la dispersione del seme;
- minime dimensioni della spiga e della granella (rilevate da MANGELSDORF e McNEISH nei reperti di mais primitivi di TEHUACAN).

CONDIZIONI DI ADDOMESTICAMENTO

Il processo di addomesticamento del mais da parte dell'uomo ebbe inizio dopo che la specie, nel corso di un lungo periodo di molte decine di millenni, aveva subito un processo di differenziazione in funzione ecologica, sotto l'influenza dei fattori ambientali, che avevano favorito l'adattamento alle svariate condizioni della movimentata geografia americana.

Nonostante l'attuale disponibilità di reperti archeologici che mostrino precise ed inequivocabili sequenze evolutive sotto addomesticamento sia circoscritta al Messico (il cui regime climatico meglio si presta in talune valli aride alla conservazione di residui organici, di quello caldo-umido delle regioni andine ed amazzoniche), molte ragioni fanno ritenere che l'adozione in coltura del mais sia avvenuta in località diverse, ad opera di popolazioni differenti, probabilmente in epoche differenziate, secondo modalità e direttive utilitarie talora, se pur non sempre, divergenti.

Offrono un valido supporto alla teoria dell'addomesticamento policentrico da una parte l'ampia variabilità, morfologica ed adattativa, dei mais attuali, dall'altra la persistenza in localizzazioni periferiche di ambedue le Americhe di forme con caratteri di primitività, ed infine l'accertata individuazione di insediamenti umani semi-stabili e stabili, datati 9000-8000 anni a.C., nelle zone andine che divennero successivamente sede di avanzata civilizzazione agricola ed insieme di un'ampia diversificazione del mais.

Le grandi distanze intercorrenti tra tali localizzazioni e le valli messicane dove McNEISH e Coll. hanno individuato sequenze evolutive del mais in addomesticamento, fanno ritenere poco probabile che gli insediamenti andini, antecedenti di 1-2 millenni, abbiano potuto fruire dell'introduzione dei mais addomesticati nel Messico.

In Sud America BONAVIA e GROBMAN (1984) hanno trovato depositi preceramici di pannocchie e piante nella costa peruviana e particolarmente nella zona di Huarmey. Tanto la pianta che la spiga-pannocchia presentano una chiara relazione con il recente germoplasma della sierra peruviano-boliviana.

IL FATTORE UMANO NELL'ADDOMESTICAMENTO DEL MAIS

L'addomesticamento del mais coincise con l'inizio dell'evoluzione associativa dei gruppi umani verso unità più complesse e stabili (clan, tribù), con

tendenza ad abbandonare la fase migratoria, basata sulla caccia e sulla raccolta dei prodotti spontanei.

Pur accettando le conclusioni di SAUER sui gradienti di evoluzione agricola nelle comunità amerinde (e cioè la successione: raccolta, coltivazione di radici, coltivazione di cereali ed orticole), appare evidente che l'evoluzione del mais sotto addomesticamento costituì nelle Americhe l'elemento fondamentale nella formazione di quella base materiale che consentì il passaggio dalle abitudini migratorie all'insediamento ed alla comunità stabile e che infine, con l'aumento delle disponibilità alimentari comunitarie, innescò il processo fondamentale di differenziazione delle attività e di formazione delle specializzazioni artigianali, artistiche ed intellettuali in seno alle singole comunità amerinde.

L'opera selezionatrice delle popolazioni americane nel corso degli ultimi 6-7 millenni è risultata estremamente efficace: utilizzando in modo più o meno conscio i processi biologici naturali del mais, autogamia (in coltivazioni isolate) ed incrocio (con l'introduzione di ceppi stranieri e la miscelazione di tipi diversi), attraverso un'attenta opera di selezione delle spighe più atte a soddisfare i propri ideali estetico-magici ed alimentari, l'uomo americano coadiuvò grandemente la natura nel diversificare la specie mais, con risultati sorprendenti. L'uomo ebbe, di conseguenza, un ruolo fondamentale nell'accelerare l'evoluzione di talune forme, *cooperando o intenzionalmente annullando gli effetti della selezione naturale* che, senza un controllo antropico, avrebbe favorito mutazioni e cambiamenti nella frequenza genica favorevoli forse alla sopravvivenza ed alla diffusione nelle condizioni naturali, ma di nessun vantaggio, o addirittura avversi, al processo di addomesticamento con indirizzo nettamente utilitario.

Dobbiamo pertanto concludere che l'uomo contribuì alla differenziazione del mais durante la fase di addomesticamento, dosando razionalmente i fattori evolutivi naturali intrinseci della *mutazione, selezione naturale, ibridazione, deriva genetica*, attraverso una progressione di interventi:

- a) evoluzione del fenomeno associativo, che ha incluso di volta in volta:
 - a) l'insediamento esclusivo dei singoli gruppi umani in zone tradizionali (con variazioni stagionali all'inizio, poi in residenze fisse), che trasse di conseguenza l'isolamento e la specializzazione dei ceppi di mais in selezione (MANGELSDORF e McNEISH, 1965);
 - b) la coesistenza di insediamenti stabili o semi-migratori con popolazioni migratorie, che hanno facilitato lo scambio e il trasferimento delle forme specializzate di mais;
- b) influenza delle pratiche tecnologiche dirette ad assicurare mais adatti ai fabbisogni attraverso:
 - a) le modalità individuali di scelta del seme riservato alla prossima semina, atte a *conservare e migliorare* le caratteristiche produttive e qualitative del cereale.
 - b) la diversità delle soluzioni adottate nell'utilizzazione alimentare del mais consumato:
 - allo stato verde, naturale ed elaborato (Choclo, ecc.)
 - come granella tostata o scoppiata (pop o tostato "Cancha")
 - come prodotto base per bevande (chicha, ecc.)
 - come farina macinata (tortillas, polenta)

ORIGINE DELLA VARIABILITÀ GENETICA

In considerazione della relativa brevità del periodo di addomesticamento del mais, possiamo ritenere che i geni necessari ai cambiamenti di tipo, in ogni fase evolutiva, siano stati presenti nella riserva genica non utilizzata, formatasi nell'intero precedente periodo di esistenza della specie.

Le condizioni orografiche e climatiche dell'habitat e le grandi distanze tra gli sporadici insediamenti umani, hanno determinato condizioni di facile isolamento, rendendo possibili numerose direttrici evolutive indipendenti, in epoche e fasi differenti: il che spiega da una parte la grande diversificazione della specie, dall'altra l'alto livello eterotico raggiungibile nella combinazione tra razze diverse.

La differenziazione del mais in razze ecologico-qualitative appare aver seguito due indirizzi precisi:

- a) la lenta e costante selezione di caratteri oligogenici e dei loro complessi modificatori, in popolazioni isolate;
- b) un processo selettivo più rapido, nell'ambito delle generazioni segreganti dopo ibridazione con ceppi estranei, più o meno volontariamente introdotti.

È inoltre necessario rilevare l'influenza della possibile ibridazione introgressiva di *Tripsacum*, *Euchlaena* e mais derivati (MANGELSDORF e Coll., 1939, 1947) (ANDERSON e CUTLER, 1942; RODRIGUEZ e AVILA, 1964).

TENDENZE EVOLUTIVE NELLA FASE DI ADDOMESTICAMENTO

Il recente studio comparativo e le connesse indagini sulle relazioni filogenetiche tra le attuali razze di mais ha consentito di accertare che esistono tuttora forme maidiche più o meno primitive coesistenti con forme più evolute in numerose zone del mondo.

I rilievi di MANGELSDORF e Coll. (1964) dimostrano d'altra parte che, di norma, i passaggi dall'una all'altra forma avvennero, sin dall'inizio, secondo una fenomenologia di assorbimento delle nuove forme introdotte che si andarono imponendo fino alla pressoché completa sostituzione di quelle precedenti.

Ad una considerazione generalizzatrice, appare evidente che l'Amerindio tendeva a valutare soprattutto le caratteristiche delle cariossidi e della spiga, curando molto meno gli altri caratteri (ciclo, dimensioni) che appaiono prevalentemente determinati da fattori naturali e solo indirettamente dall'uomo, per un fenomeno di deriva genetica legato al controllo limitativo delle popolazioni coltivate.

L'azione dell'uomo appare aver seguito un certo numero di moduli, talora forse con obiettivi magici, ma in prevalenza con direttive utilitarie chiaramente individuabili.

Il cammino evolutivo della specie nella fase domestica contemplò pertanto, a partire dal primitivo mais corneo a piccole cariossidi, l'aumento del numero e delle dimensioni delle cariossidi e, nel contempo, una differenziazione dei tipi di endosperma.

Il conseguimento contemporaneo o alternativo di tali risultati poté essere raggiunto fenotipicamente con il progressivo miglioramento per mutazione o per combinazione delle strutture anatomiche e dei tessuti interessati e più precisamente:

- a) l'aumento del numero di cariossidi per fila, attraverso:
 - l'allungamento del rachide;
 - una disposizione particolare della granella sul rachide allungato;
 - l'aumento del numero di file dalla condizione distica a decussata;
 - l'aumento della superficie e del volume del rachide per fasciazione.
- b) l'aumento della dimensione della cariosside sul rachide accresciuto, con:
 - l'aumento dello spazio di inserzione sul rachide;
 - una maggior capacità del pericarpo, di origine materna;
 - le maggiori dimensioni dell'endosperma triploide, per ibridazione.
- c) la differenziazione dei tipi di endosperma poté derivare:
 - dal semplice aumento delle dimensioni della cariosside e del pericarpo, probabilmente per eterosi tra genotipi diversi, nell'evoluzione dalle forme primitive a quelle moderne di "everta";
 - da un ulteriore aumento delle dimensioni della cariosside, accompagnato dall'incremento della frazione farinosa del seme, nell'evoluzione dalla forma "everta" a quella "indurata";
 - dall'isolamento di mutanti oligogenici per endosperma amilaceo, nella specializzazione dei tipi "amylacea" da quelli "everta" ed "indurata";
 - dall'ulteriore aumento del pericarpo, da una particolare localizzazione delle frazioni vitrea e farinosa, conseguenti ad un caratteristico processo di perdita di umidità della cariosside, nello sviluppo delle forme "indentata" da quelle "indurata" ed "amylacea";
 - dalla selezione di mutanti monogenici capaci di arrestare nella fase eritrodestrinica il processo di polimerizzazione degli zuccheri, nella differenziazione delle forme "saccharata" e "amylosaccharata".

IL CORSO EVOLUTIVO IN BOLIVIA

Dal punto di vista delle modalità e delle sequenze, appare evidente che le modificazioni di ordine quantitativo per le caratteristiche anatomico-morfologiche della spiga e dei suoi elementi strutturali, avvennero secondo tentativi in tutte le direzioni possibili di miglioramento finalizzate ad una maggiore produzione e ad una più soddisfacente qualità del prodotto edule.

Sembra che d'altra parte la diversificazione si sia verificata nei diversi centri di differenziazione con intensità diversa, in ognuna delle tappe del miglioramento produttivo.

Nelle linee generali la sequenza evolutiva delle forme coltivate della specie *Zea Mays* può essere riassunta nelle seguenti fasi:

0. mais primitivo, a seme corneo, 4-8 file, spighe di 2-3 cm, 36-72 semi;
1. passaggio dalla condizione distica (4 file) a quella decussata (8 file) utilizzando lo spazio tuttora disponibile nel rachide;

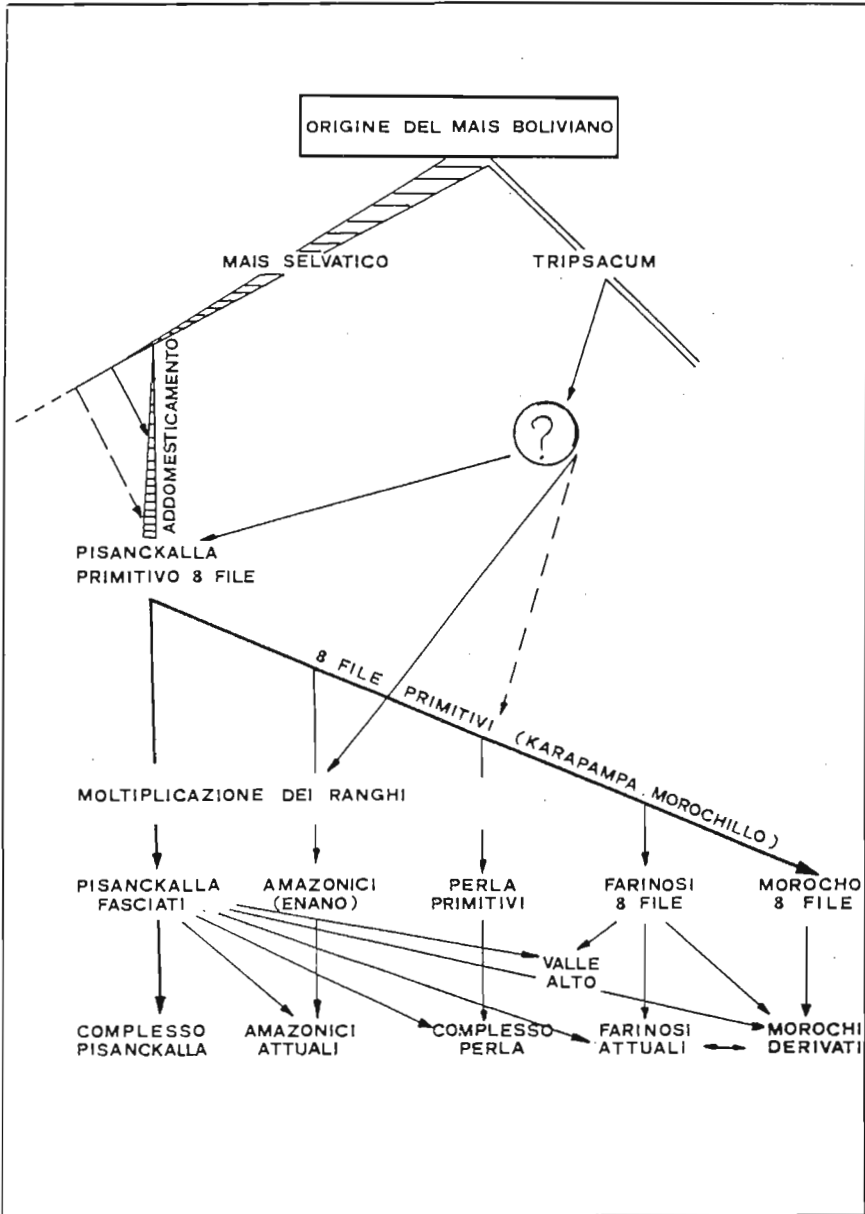


Grafico 4 - Origine ed evoluzione del mais in Bolivia

2. diversificazione e specializzazione qualitativa e contemporaneo, progressivo aumento quantitativo del mais ad 8 file:
 - a - pop corn a semi rotondi (es. Karapampa)
 - b - pop corn a semi appuntiti (es. Morochillo, Rabo de zorro)
 - c - indurata (es. Morocho 8 file, Kellu)
 - d - indentata (es. Aperlado)
 - e - amylacea (es. 8 file farinosi)
3. raggiungimento del tipo di spiga con file in numero superiore a 8 con:
 - a - l'abbandono della disposizione in ranghi regolari ed aumento della lunghezza delle spighe (es. mais guaranítico);
 - b - l'allungamento del rachide e disposizione a mosaico del seme (interlocked del Brieger) con conseguente migliore utilizzazione del tutolo (es. mais amazonici);
 - c - l'aumento della superficie di inserzione per consentire l'inserimento di un maggior numero di file:
 - attraverso la fasciazione (Pisanckalla, Altipiano);
 - attraverso l'allungamento della rachilla (Hualtaco, Cuzco, Kajbia);
 - d - la disposizione spirale/obliqua, con aumento delle file e della lunghezza della spiga (Bayo).
4. formazione delle razze moderne, attraverso la combinazione delle caratteristiche precedentemente ricordate. Tale processo, favorito dalle ibridazioni tra forme distanti, si è proposto principalmente un razionale aumento della produttività attraverso l'adattamento alle specifiche condizioni climatiche.

UTILIZZAZIONE ALIMENTARE DEL MAIS IN BOLIVIA

Le attuali forme razziali boliviane debbono in gran parte la loro affermazione alle plurisecolari esigenze di un mercato grandemente differenziato e molto raffinato nel consumo del mais.

Ancora oggi le popolazioni autoctone difficilmente usano varietà che non siano selezionate per usi ben specifici.

L'utilizzazione allo stato di maturità lattea è molto frequente, soprattutto nel caso della varietà Hualtaco, le cui spighe vengono cotte sotto forma di "chojllu" e "choclo" per la preparazione di "jaka lagua", "humitas", "tamales". Quest'ultima forma di consumo alimentare è molto diffusa nell'intero Paese. Si ottiene pressando le cariossidi lattiginose ed aggiungendo olio, sale, zucchero, formaggio ed erbe aromatiche; la pasta risultante è cotta in acqua bollente avvolta nelle più tenere brattee di mais, o al forno in stampi metallici, per la preparazione di torte.

Le popolazioni della zona ad altitudine elevata consumano notevoli quantità di cariossidi dopo bollitura, con o senza il pericarpo. La granella così trattata è denominata "mutti"; si usano principalmente le varietà Hualtaco e Kellu. Le varietà Huillcaparu, Kellu, Chuspillu, Morocho e Kulli sono sovente utilizzate per la produzione della "chicha", la tradizionale bevanda alcoolica andina, ottenuta mediante la fermentazione dei carboidrati diastasizzati.

La "chicha" della varietà Kulli è di colore vinoso e si presenta di aspetto e sapore particolarmente gradevoli.

La medesima varietà di mais è usata per la preparazione di una bevanda rinfrescante, chiamata "api", che viene consumata soprattutto durante la prima colazione.

Le varietà Uchuquilla, Perla, Morocho e Kellu, tutte a cariossidi vitree, sono usate per la preparazione di una minestra, basata sull'impiego di cariossidi fratturate, chiamata "chake" o "lagua".

Durante il periodo coloniale il mais tostato costituiva l'alimento principale dei viaggiatori e dei commercianti. Questi ultimi si nutrivano abitualmente anche di un miscuglio dolce formato da mais tostato, macinato e umidificato con miele chiamato "pittu". Si utilizzavano per la preparazione di questa miscela le varietà Chuspillo, Checchi e le razze del gruppo del Valle Alto.

Attualmente l'utilizzazione del mais tostato ha subito una forte diminuzione in relazione al cambiamento dei modi di vita e dei mezzi di trasporto.

Il mais Pisanckalla, è utilizzato essenzialmente per la preparazione di dolci, dopo essere stato sottoposto all'operazione di scoppio a caldo.

Le popolazioni agricole delle pianure orientali hanno sostituito in gran parte il consumo del mais con quello del riso e di altre specie commestibili di recente introduzione. Rimane tuttavia un uso frequente del mais nella preparazione di pane e di biscotti.

Anticamente le popolazioni indigene usavano anche consumare il mais dopo cottura nelle proprie brattee a contatto diretto con il fuoco (jamono) e ne traevano una bevanda non alcolica (zomò).

CAPITOLO II

La collezione boliviana di mais

ORIGINE DELLA COLLEZIONE

Il nucleo iniziale della collezione utilizzata nel presente studio è stato riunito da CARDENAS e Coll. nel 1962 presso il Dipartimento di Botanica e di Genetica dell'Università "San Simon" di Cochabamba.

Tale collezione è stata sottoposta a studio morfologico presso la sezione Mais della Stazione Sperimentale della Tamborada ed è stata utilizzata da RAMIREZ et al. (1960) per lo studio pubblicato sotto gli auspici della Rockefeller Foundation e dell'Accademia di Scienze degli Stati Uniti.

La collezione Cardenas costituisce un campionamento di altissimo valore sia per la diversificazione delle forme raccolte soprattutto in talune zone del Paese, sia per la successiva scomparsa di alcune varietà dopo l'applicazione della riforma agraria.

In seguito, nel 1966, la collezione fu accresciuta da RODRIGUEZ e Coll. soprattutto per quanto riguarda il complesso "Morocho", risultato d'interesse maggiore rispetto a quanto rilevato dagli Autori precedenti.

Un nuovo contributo è stato dato più recentemente, nel 1968-70 e nel 1977-82, da AVILA e BRANDOLINI e collaboratori, per completare in modo sistematico la raccolta delle varietà tradizionali nell'intero Paese: la collezione (oltre 1500 campioni) fu poi oggetto di studio biometrico e di valutazione del potenziale genetico ad opera degli stessi A.A. e dei loro collaboratori in Bolivia ed in Italia.

Sembra d'altra parte opportuno ricordare che i versanti orientali delle Ande e talune zone della pianura, come pure talune testate di valli ad altitudine elevata, possono tuttora contribuire alla migliore conoscenza della variabilità del germoplasma maidico boliviano.

SISTEMATICA SUBSPECIFICA IN *ZEA MAYS* L.

Si è già precedentemente ricordata la difficoltà fondamentale nella classificazione tra specie e razze: difficoltà che insorge da una parte per la variazione continua dei caratteri e dall'altra per la molteplicità degli aspetti, di forma, dimensione, colore e composizione che confluiscono a caratterizzare i singoli gruppi.

Questi gruppi sistematici non differiscono infatti, secondo quanto rilevato da ANDERSON (1954), a caso: essi si differenziano più per combinazione di caratteri che per singoli caratteri; i gruppi sistematici sono caratterizzati più da "tendenze" nei rapporti tra caratteri che da netti cambiamenti nei rapporti stessi o, naturalmente, da differenze di ordine biometrico.

La prima classificazione del mais a livello subspecifico (come si è già detto a pag. 1), dopo quella per specie del BONAFOUS (1836) è dovuta allo STURTEVANT (1890), il quale classificò le varietà di mais a lui note in nord America, sulla base del tipo della granella in 6 gruppi primari, suddivisi in sottogruppi sulla base della forma della granella e del suo colore.

Il criterio discriminante adottato fu, evidentemente, la persistenza del tipo di endosperma nelle generazioni successive, nell'assunto che, poiché i tipi ascrivibili al medesimo gruppo dovrebbero essere caratterizzati da sistemi genetici identici per la stessa caratteristica, gli incroci tra individui ascrivibili alla stessa categoria non segregherebbero tipi diversi.

La classificazione di STURTEVANT, criticata per la sua scarsa rispondenza filogenetica da ANDERSON e CUTLER (1942), consente tuttora di caratterizzare i grandi gruppi sistematici interspecifici, nettamente distinguibili sulla base di poche caratteristiche tassonomiche facilmente rilevabili, che secondo BRIEGER (1964), corrisponderebbero a livelli evolutivi successivi.

È eventualmente ad un livello sistematico più approfondito che sorgono perplessità: ad esse è stata data una soluzione empirica da ANDERSON e CUTLER, con la definizione di *razza*: "un gruppo di popolazioni con sufficiente numero di caratteri distintivi in comune, occupanti aree definite e capaci di mantenersi in riproduzione panmittica".

A un livello superiore, complesso razziale è un gruppo di razze con caratteri discriminanti comuni sia morfologici che biologici e di areale.

E' sulla base di tali concetti che negli ultimi tre lustri si è proceduto ad una raccolta e ad uno studio sistematico del germoplasma maidico delle Americhe.

METODO DI CLASSIFICAZIONE

La classificazione delle razze americane di mais è stata eseguita da vari Autori, nelle singole regioni, sulla base di uno studio morfologico, fenologico e citologico comparativo delle forme collezionate, secondo il modello presentato da WELLHAUSEN e Coll. nel 1951. In relazione alle difficoltà insorgenti per la variabilità continua dei caratteri, il raggruppamento delle popolazioni era effettuato su base empirica dal gruppo di ricerca, tenendo conto dei caratteri biometrici rilevati, ma basandosi soprattutto sulla presenza contemporanea di talune caratteristiche quantitative - specialmente degli elementi morfologici della spiga - ritenuti di particolare rilievo.

Tale metodo di classificazione, che si può definire sintetico, ha offerto il vantaggio di non trascurare una serie di caratteristiche della granella e dell'infiorescenza maschile che non possono essere agevolmente descritte mediante misure, ma che hanno probabilmente giocato un ruolo fondamentale nella selezione ad indirizzo conservativo operata dall'uomo.

Più recentemente, SUTO e YOSHIDA (1952) utilizzarono l'analisi della varianza tra razze e dentro razze, completandola con l'analisi della covarianza e regressione dei caratteri. BRIEGER e Coll. (1958) aggiunsero all'analisi della varianza una più dettagliata analisi dell'errore di campionamento. MONTEAGUDO (1967) determinò le relazioni nel limitato germoplasma spagnolo, utilizzando il metodo della "distanza generalizzata" (D^2) proposto da RAO, completandola con il metodo proposto da EDWARDS e CAVALLO SFORZA per la ricerca delle relazioni tra punti, in uno spazio multidimensionale.

BRANDOLINI e Coll. (1969) nello studio dei caratteri fisiologici hanno ritenuto di introdurre, come possibile discriminante, la reazione al cambiamento di ambiente termico e fotoperiodico, conseguente al cambiamento di latitudine ed altitudine.

AVILA e BRANDOLINI (1969) hanno inoltre ritenuto di dare complemento alle risultanze dello studio morfologico con una valutazione genetica del materiale, utilizzando il modello North Carolina 2 di COMSTOCK e ROBINSON (1952). Esso permette di stimare l'attitudine combinatoria generale e specifica, la variabilità genetica, e l'ereditabilità del carattere mediante rilievi effettuati sulla base della combinazione della serie di campioni con parenti comuni.

L'analisi dell'attitudine combinatoria specifica è stata completata con il test di DUNCAN, eseguito distintamente per i complessi razziali e per le razze che li compongono, nel proposito di definire raggruppamenti per i singoli caratteri.

Altri tentativi di classificazione del mais sono stati fatti utilizzando metodi di tassonomia numerica di caratteri con alto valore di ereditarietà, quali certi composti chimici o i dati fenologici, precedentemente ottenuti da diversi ricercatori e che sono stati utilizzati da diversi autori, GOODMAN (1987, 1968); GOODMAN e BIRD (1977); GOODMAN e STUBER (1983).

Il presente studio classificatorio della collezione boliviana di mais è pertanto stato effettuato sulla base dei seguenti elementi:

- a) caratteristiche morfologiche
- b) caratteristiche citologiche
- c) caratteristiche fisiologiche
- d) caratteristiche genetiche.

Le rilevazioni biometriche sono state effettuate in una prima fase a Cochabamba, Bolivia, nell'anno 1966, sul materiale raccolto nelle collezioni di Cardenas, Rodriguez e Coll.

Il complesso degli elementi biometrici emersi, insieme all'abbondante materiale documentario ed iconografico, è stato sottoposto ad uno studio analitico da parte di BRANDOLINI e RODRIGUEZ (1965) e BRANDOLINI e AVILA (1967).

Tali studi consentirono la formulazione di una classificazione sintetica, che formò la base della relazione sui Mais boliviani, edita dalla F.A.O. nel 1968.

Nel corso degli anni 1967, 1968 e 1970 BRANDOLINI ed AVILA sottoposero ad un approfondito studio biometrico, fisiologico e citologico un gruppo di 50 ecotipi, scelti come rappresentativi del germoplasma boliviano di mais.

Una nuova campagna di studi, resa possibile dalle recenti sistematiche collezioni di varietà locali, iniziata dagli A.A. nel 1977 e completata nel seguente quinquennio, consentì l'approfondimento ed il perfezionamento delle conclusioni sistematiche precedentemente proposte, attraverso lo studio biometrico di oltre 1500 campioni raccolti.

I nuovi elementi emersi, insieme a quelli provenienti dallo studio delle caratteristiche fisiologiche, citologiche e genetiche hanno consentito una più accurata classificazione dei mais tradizionali boliviani, confermando le ipotesi precedentemente avanzate.

STUDIO MORFOLOGICO

La scheda di rilevazione adottata, sul modello proposto da WELLHAUSEN e Coll. (1952), ha preso in considerazione, in aggiunta alle caratteristiche della zona di origine, le seguenti caratteristiche morfologiche:

Caratteri generali

1. Nome originale dei campioni, riferito a qualche carattere fisiologico, morfologico, filogenetico o d'utilizzazione.
2. Zona di provenienza, con specificazione dell'altitudine, espressa in metri sopra il livello del mare.
3. Antesi, misurata dalla semina alla fioritura media maschile, in giorni.

Caratteri biometrici della pianta

4. Altezza totale, dalla base all'inserzione del peduncolo dell'infiorescenza maschile.
5. Altezza d'inserzione della spiga in cm.
6. Diametri del culmo in mm: a. massimo, b. minimo
7. Numero totale delle foglie.
8. Numero di foglie dalla base alla spiga.
9. Lunghezza della foglia inserita al nodo della spiga, in cm.
10. Larghezza della foglia misurata a metà della lunghezza, in cm.
11. Indice di venatura, calcolato dividendo il numero delle nervature per la larghezza della foglia.

Caratteri dell'infiorescenza maschile

12. Lunghezza del peduncolo in cm.
13. Lunghezza della zona ramificata, in cm.
14. Lunghezza della ramificazione apicale, in cm.
15. Lunghezza della ramificazione primaria più lunga, in cm.
16. Lunghezza della ramificazione primaria superiore, in cm.
17. Numero delle ramificazioni primarie.

Suscettibilità alle malattie

18. Ruggine rilevata nelle parcelle sperimentali, secondo la scala 0. immune; 1. resistente; 2. mediamente resistente; 3. suscettibile; 4. molto suscettibile.
19. Elmintosporiosi, su base sintomatica in campo, secondo la scala: 0. immune; 1. resistente; 2. mediamente resistente; 3. suscettibile; 4. molto suscettibile.

Caratteri biometrici delle spighe

20. Numero di brattee.
21. Lunghezza della spiga, in cm.
22. Diametro medio, in cm.
23. Numero dei ranghi.

Caratteri interni delle spighe

24. Diametro del tutolo, in cm.
25. Diametro del rachide, in cm.
26. Lunghezza della rachilla: calcolata sottraendo il diametro del rachide al diametro della spiga e dividendo per 2.

Caratteristiche della granella

27. Lunghezza della granella: misurata su 100 carioidi di 6 spighe.
28. Larghezza della granella, in mm.
29. Spessore della granella, in mm.
30. Durezza della granella, secondo la seguente scala:
 0. vitrei (pop corn); 1. vitrei; 2. semi-vitrei; 3. semi farinosi; 4. farinosi.

Indici basati su rapporti tra caratteri

31. Tutolo/rachide: calcolato dividendo il diametro del tutolo per il diametro del rachide.
32. Glume/grano: calcolato sottraendo il diametro del rachide dal diametro del tutolo e dividendo il risultato per due volte la lunghezza media della granella.
33. Rachilla/granella: calcolata dividendo la lunghezza della rachilla per la lunghezza media della granella.

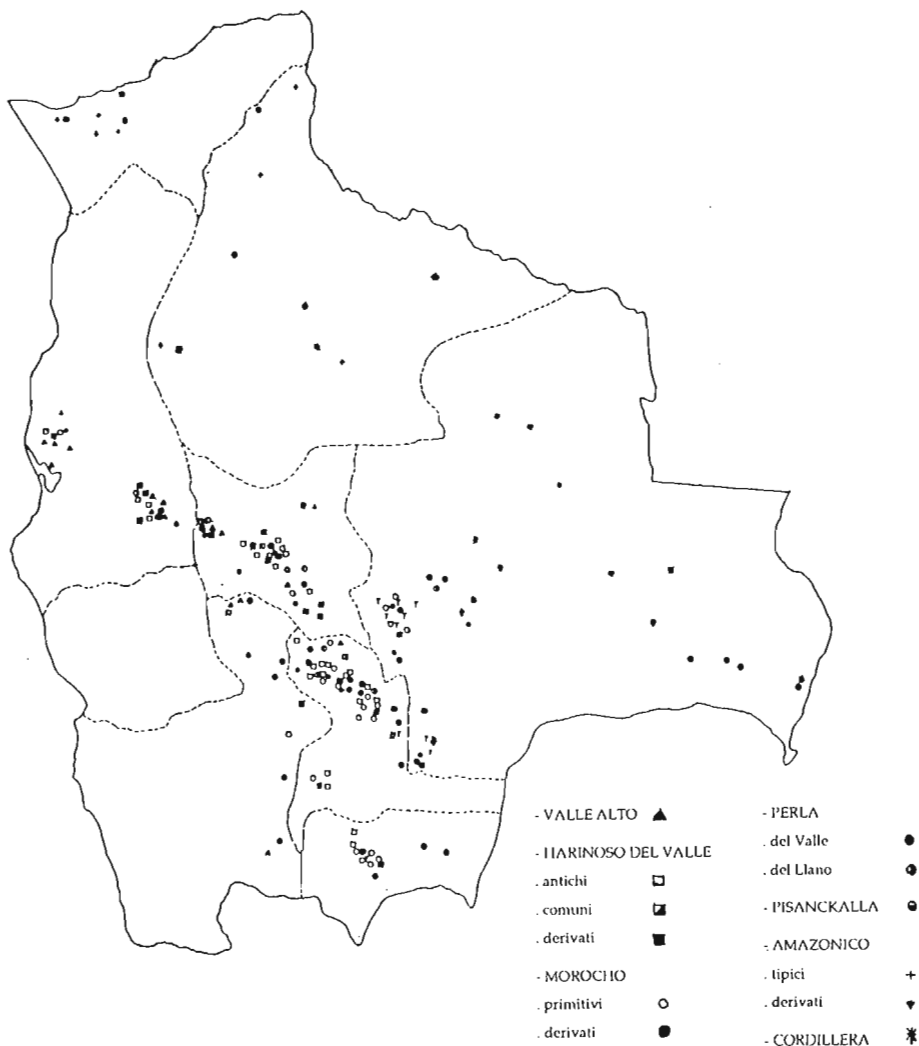
Colorazione degli elementi della spiga

34. Colore del tutolo definito: 0. non colorato; 1. colorato.
35. Colore dell'aleurone, classificato in: Pur. purpureo; Mar. marchiato; Inc. incolore.
36. Colore del pericarpo classificato in: Pur. purpureo; Rosso; Col. colorato; Inc. incolore.
37. Colore della gluma, secondo la scala: C. colorato; NC. non colorato.

Le caratteristiche generali delle razze di mais boliviane sono riportate, raggruppate per complesso razziale, nelle tabelle sinottiche n° a,, 2b, 3a, 3b.

Le caratteristiche salienti di ogni razza, insieme alle informazioni circa l'areale, l'altitudine e le probabili relazioni di origine sono riportate nelle schede descrittivo-comparative.

L'areale di distribuzione, il diagramma della lunghezza degli internodi e quello della sezione trasversale della spiga sono invece riportati, raggruppati per complesso razziale, nelle tavole diagrammatiche del capitolo III, a corredo della descrizione delle diverse razze, raggruppate in complessi razziali.



Distribuzione geografica dei complessi razziali

TAB. 2A, B - RAZZE DI MAIS BOLIVIANE: CARATTERISTICHE DELLA PIANTA

COMPLESSO RAZZIALE	H A B I T A T		C U L M O				APPARATO FOGLIARE				INFIORESCENZA MASCHILE				SUSCETTIBILITA'				
	Altitudine m/sia	Antesi maschile	ALTEZZA cm		DIAMETRO mm		No totale	No alla spiga	Lunghezza	Larghezza	Indice di venatura	LUNGHEZZA in cm				No ramificazioni primarie	Ruggine	Etiotropismi	
			Al pannacchio	Alla spiga	Massimo	Minimo						Peduncolo	Segmento ramificato	Ramificazione apicale	Ramificazione lunga				Ramificazione primaria
PISANCKALLA																			
Pura	1000-2000	76	71,4	34,0	14,1	13,1	11,3	7,6	48,4	5,3	3,5	17,7	5,4	24,3	17,9	12,1	8,2	2,6	2,5
Pasanckalla	3000-3600	85	107,0	55,7	19,2	18,1	11,5	7,3	53,5	6,1	3,4	23,4	8,9	15,5	19,8	13,9	11,0	1,6	1,9
Pisanckalla	2000-3000	88	96,0	44,9	19,1	17,7	11,0	6,9	60,0	6,3	3,4	18,7	4,6	23,0	18,1	13,4	9,5	1,2	3,1
Purito	400-1200	90	123,1	64,3	22,1	20,0	13,8	8,7	71,4	7,8	3,2	18,6	14,3	25,0	24,5	16,6	17,5	2,0	2,2
MOROCHO																			
Karapampa	1500-2500	90	127,0	63,1	18,1	16,4	12,9	7,5	66,8	7,6	2,8	18,6	10,0	17,7	17,2	11,8	14,3	1,4	1,2
Morochillo de Tarija	1000-2000	83	108,0	58,2	22,1	19,6	11,3	6,6	58,5	7,2	3,1	17,9	13,6	18,7	19,7	13,0	14,3	2,8	2,7
Morocho chico	1000-2000	83	110,0	55,3	22,5	20,1	11,3	6,6	60,2	7,2	3,0	18,8	13,0	16,9	20,7	14,2	13,6	2,2	1,9
Kellu	1000-3000	86	124,2	65,8	24,0	22,1	12,6	6,3	63,1	7,5	3,2	19,0	13,8	20,1	21,3	13,3	13,8	1,5	2,2
Morocho 8 file	1100-3000	91	116,2	59,1	23,4	21,3	12,0	6,9	63,6	7,6	2,9	18,3	13,5	20,6	22,6	14,7	15,1	1,6	2,1
Morocho grande	1000-2000	110	128,9	77,8	27,6	25,9	14,8	9,9	77,9	9,0	2,8	16,0	14,7	23,8	22,6	17,1	17,4	2,9	2,7
Morocho chaqueno	200-300	118	140,6	77,5	26,5	24,7	16,6	11,3	80,3	9,5	3,0	15,8	14,3	24,0	52,2	16,2	24,5	2,5	2,5
PERLA																			
Uchuquilla	1100-3000	76	148,8	86,3	25,5	22,4	13,3	8,3	69,7	7,4	3,4	18,3	13,6	21,4	22,6	14,6	18,9	1,9	3,5
Chake Sara	2000-3000	90	122,0	50,2	22,2	20,3	12,1	6,7	69,6	7,8	2,8	16,7	11,4	21,5	22,0	14,9	16,7	2,3	2,8
Perla	900-2000	109	139,0	76,7	16,9	24,4	15,0	9,8	75,1	9,4	2,9	15,5	12,4	22,7	21,8	14,9	22,1	1,6	2,0
Aperlado	1500-2000	102	120,0	61,0	23,2	21,5	13,5	8,4	70,2	8,4	2,7	17,1	12,4	20,1	21,4	14,9	17,6	2,0	1,7
Perla primitivo	400-600	104	113,1	54,0	23,8	21,7	15,1	9,3	70,8	8,5	3,1	14,4	10,8	22,8	20,5	15,3	16,1	2,0	2,0
Perola	140-700	106	126,1	67,7	24,6	22,5	14,5	9,5	69,6	7,7	3,3	18,9	12,5	21,3	20,8	13,8	21,6	1,8	2,0
Perla amarillo	1500-2000	95	139,1	83,6	26,8	22,2	13,8	8,6	75,0	8,0	2,8	17,6	12,7	20,7	22,4	15,5	17,0	0,8	1,4
CORDILLERA																			
Morocho 14 file	1000-1800	106	136,8	75,0	27,1	24,3	14,7	9,5	79,3	9,0	3,0	16,2	12,7	22,9	22,3	14,8	21,1	2,1	2,0
Blanco Mojo	1000-2000	101	157,0	83,6	28,4	27,1	14,9	9,5	80,2	9,3	2,9	19,6	14,3	22,5	24,6	16,4	21,5	1,7	2,1
Cordillera	1000-2000	101	158,5	95,5	26,9	24,9	15,4	10,2	81,5	10,3	2,9	20,6	16,1	23,4	25,6	15,3	16,1	1,6	2,1

COMPLESSO RAZZIALE	H A B I T A T		C U L M O					APPARATO		FOGLIARE		INFLORESCENZA			MASCILE		SUSCETTIBILITA'		
	Altitudine m/slm	Antesi maschile	ALTEZZA	ca	DIAMETRO	ca	N° totale	N° alla spiga	Lunghezza	Larghezza	Indice di venatura	LUNGHEZZA			N° ramificazioni primarie	Ruggine	E' in tosposfosi		
			Al pennacchio	Alla spiga	Massimo	Minimo						in	ca	ca					
YALLE ALTO																			
Huaca songo	2800-3500	75	83,6	41,4	19,2	16,6	11,2	7,0	66,1	6,6	3,6	17,1	10,1	16,1	15,8	10,4	11,2	1,0	2,4
Jampe tongo	2000-3000	97	134,5	70,1	24,0	22,1	13,2	7,6	67,4	7,5	3,4	18,8	15,3	21,8	24,7	14,8	15,9	1,3	2,2
Paru	2800-3400	97	160,1	90,1	25,5	23,2	14,4	9,2	67,9	8,5	2,9	21,3	16,3	20,5	23,9	13,7	18,2	2,3	2,8
HARINOSO DEL VALLE																			
Kullli	2000-3400	89	102,0	47,2	20,2	18,9	11,1	6,6	56,0	6,8	3,2	17,8	11,7	18,7	18,4	12,2	13,8	1,5	2,6
Aizuma	2000-3000	86	108,1	56,6	23,1	19,1	11,3	7,1	60,6	7,2	3,1	19,7	11,8	20,0	20,8	14,2	17,2	1,5	2,4
Oke	2000-2500	101	154,3	101,1	25,9	23,5	14,7	10,0	74,4	9,5	3,0	21,1	16,6	21,0	25,8	13,8	18,2	1,7	3,2
Colorado	1000-2000	113	130,6	71,3	26,6	24,7	14,4	9,4	73,8	9,4	2,7	17,1	14,1	23,2	25,7	17,3	17,3	1,8	2,2
Kajbia	2200-3000	90	109,0	57,9	24,8	21,6	11,9	6,3	64,0	8,4	2,8	17,7	13,9	22,0	22,9	15,0	17,2	2,4	3,0
Chuspillo	2000-3500	109	141,0	91,3	25,7	23,7	14,1	9,2	71,6	9,1	2,9	17,0	14,0	21,7	21,6	14,3	25,2	1,4	2,6
Checchi	2000-3000	88	104,5	57,4	21,7	19,2	11,5	7,0	61,3	7,6	3,0	17,1	12,5	21,6	20,4	13,8	15,3	1,6	2,7
Achuchema	1000-1500	105	124,8	64,7	23,5	21,9	15,3	10,4	64,0	6,7	3,8	16,5	13,3	20,7	21,9	14,3	23,0	1,6	2,8
Hullcaparu	2000-2800	110	195,0	138,4	23,7	22,7	17,0	11,8	71,0	10,3	2,9	11,3	13,8	19,7	22,3	14,4	20,6	2,0	2,7
Kellu Hullcaparu	2400-2800	114	163,2	98,1	27,3	24,6	15,2	9,9	70,5	9,2	3,1	19,2	15,1	21,0	23,2	16,7	19,5	1,0	2,2
Concebideno	2000-3000	83	119,5	64,7	22,6	20,6	13,3	8,5	61,2	7,4	3,2	19,4	13,4	19,3	19,9	12,0	18,6	1,4	2,3
Taimuru	2600-3400	85	116,0	61,2	25,9	23,5	11,0	6,1	63,5	8,3	2,7	19,5	12,9	24,5	24,1	15,0	13,8	2,2	3,0
Harinoso 8 file	2000-3000	108	147,0	98,8	23,4	20,5	15,5	10,2	64,4	8,1	3,2	20,2	16,0	18,3	20,1	14,1	15,3	1,0	2,0
Hualtaco	2000-3000	94	139,3	81,7	25,3	22,9	13,8	8,4	69,5	8,6	3,0	18,6	16,4	20,9	23,7	13,5	17,8	1,7	2,5
Bianco yungueno	1000-2500	85	144,5	86,0	27,5	24,0	15,0	9,8	77,4	9,8	3,1	16,6	14,1	23,5	23,2	14,7	22,2	2,3	2,6
AMAZONICO																			
Enano	150-300	108	140,0	70,0	20,6	18,6	14,0	9,0	88,9	8,2	2,4	8,3	10,6	16,5	15,6	11,2	23,5	1,4	1,5
Blando amazonico (Coratico)	130-2000	110	90,1	47,7	26,6	24,2	13,7	8,3	72,1	9,3	2,7	15,8	12,7	23,3	21,0	14,2	25,6	2,2	2,8
Duro amazonico	150-800	119	138,0	74,2	25,9	23,7	15,3	9,9	83,9	8,5	3,0	16,4	16,2	22,0	25,0	14,6	24,9	2,1	3,0
Blando cruceño	140-700	104	111,5	61,7	22,2	20,1	14,1	9,5	70,1	7,9	3,0	14,1	12,3	23,7	21,9	15,5	14,4	1,8	2,2
Bayo	1000-2800	102	133,1	75,2	28,1	25,4	15,1	9,9	77,2	6,9	2,7	14,0	13,9	22,1	22,1	14,7	21,8	2,4	2,4
Canario	1000-1300	112	122,0	57,0	22,6	21,3	14,5	9,1	69,2	8,6	2,9	16,8	12,1	21,2	21,2	13,4	18,9	1,7	2,2

TAB. 3A, B - RAZZE DI MAIS BOLIVIANE: CARATTERISTICHE DELLA SPIGA

COMPLESSO RAZZIALE	SPIGA			DIAMETRI			CARIOSSIDI				INDICI			COLORAZIONE				
	n° brattee	Lunghezza cm	n° ranghi	Spiga	Tutolo	Rachide	Lunghezza rachilla	Lunghezza	Larghezza	Spessore	Durezza	Tutolo/Rachilla	Glume/Granella	Rachilla/Granella	Tutolo	Aleurone	Pericarpo	Glume
<u>PISANCKALLA</u>																		
Pura	7,8	14,0	12,0	33,9	21,0	11,8	1,95	9,1	6,8	4,2	0,0	1,77	0,50	0,21	0	Inc.	Inc.	NC
Pasanckalla	8,8	10,3	16,0	36,6	22,8	11,5	2,65	9,9	5,9	4,6	0,0	1,93	0,54	0,26	1	Inc.	Inc.	NC
Pisanckalla	8,9	12,5	16,0	35,4	23,9	15,8	1,30	8,5	6,4	4,3	0,0	1,51	0,48	0,15	1	Inc.	Inc.	NC
Purito	8,6	16,0	18,0	33,7	21,7	11,1	2,40	8,9	5,6	4,3	0,0	1,95	0,59	0,26	0	Inc.	Inc.	NC
<u>MOROCHO</u>																		
Karapampa	9,5	12,5	8,0	27,1	16,5	10,6	1,25	7,0	7,2	4,1	1,0	1,55	0,42	0,17	1	Inc.	Inc.	NC
Morochillo do Tarija	8,4	12,9	8,0	38,4	22,9	11,9	1,95	11,3	11,2	4,0	1,6	1,92	0,48	0,13	1	Inc.	Inc.	C
Morocho chico	8,9	12,3	8,4	38,0	23,0	11,9	1,85	11,2	10,9	4,0	1,8	1,93	0,49	0,15	1	Inc.	Inc.	C
Kellu	9,4	13,0	8,4	39,8	18,7	9,4	2,40	12,8	10,5	4,4	1,4	1,98	0,36	0,19	1	Inc.	Inc.	C
Morocho 8 file	10,1	14,4	8,7	36,2	20,6	10,5	1,95	10,9	9,7	4,1	1,3	1,96	0,46	0,18	1	Inc.	Inc.	NC
Morocho grande	10,9	15,9	12,0	36,3	27,3	13,5	3,50	7,9	8,7	4,6	1,3	2,02	0,87	0,43	1	Inc.	Inc.	C
Morocho chaqueno	13,5	15,3	15,0	39,1	27,3	14,4	4,15	8,2	7,4	4,1	1,0	1,89	0,79	0,49	0	Inc.	Inc.	NC
<u>PERLA</u>																		
Uchuquilla	9,7	14,2	10,0	37,1	21,1	10,9	2,20	10,9	8,5	5,2	1,5	1,93	0,46	0,19	0	Inc.	Inc.	NC
Chake sara	8,8	11,7	12,0	40,1	22,0	12,6	1,25	12,5	9,0	4,2	1,5	1,74	0,38	0,10	0-1	Inc.	Inc.	C
Perla	10,9	13,1	12,4	40,6	26,7	15,5	2,65	9,9	8,2	4,5	1,4	1,72	0,57	0,29	0	Inc.	Inc.	NC
Aperlado	10,1	11,3	10,5	39,3	24,5	14,7	2,00	10,3	9,9	4,0	2,0	1,66	0,48	0,18	0	Inc.	Inc.	C
Perla primitivo	10,1	10,5	14,0	37,4	27,7	15,3	2,58	8,4	7,3	4,6	1,5	1,80	0,74	0,30	0	Inc.	Inc.	NC
Perola	11,8	14,7	12,4	39,4	28,9	15,8	2,80	9,0	8,2	5,2	1,2	1,82	0,73	0,28	0	Inc.	Inc.	NC
Perla amarillo	11,3	16,0	13,3	42,6	28,7	16,1	2,65	10,6	8,7	5,3	2,0	1,78	0,59	0,23	1	Inc.	Inc.	NC
<u>CORDILLERA</u>																		
Morocho 14 file	13,1	14,7	13,7	40,9	27,0	14,5	2,70	10,5	8,5	4,5	1,0	1,86	0,59	0,23	0	Inc.	Inc.	NC
Bianco Mojo	11,7	14,3	12	44,4	27,1	16,7	1,95	11,9	8,1	4,5	4,0	1,62	0,44	0,15	0	Inc.	Inc.	NC
Cordillera	13,0	16,0	11,0	44,5	26,8	16,0	2,25	12,0	10,0	4,4	1,5	1,67	0,45	0,18	0	Inc.	Inc.	NC

COMPLESSO RAZZIALE	SPIGA			DIAMETRI ■■			Lunghezza rachilla	CARIOSSIDI					INDICI			COLORAZIONE			
	№ brattee	Lunghezza ca	№ ranghi	Spiga	Tutolo	Rachide		Lunghezza ■■	Larghezza ■■	Spessore ■■	Durezza	Tutolo/rachilla	Glume/granella	Rachilla/granella	Tutolo	Altureone	Pericarpo	Glume	
<u>VALLE ALTO</u>																			
Huaca songo	8,5	10,5	14,0	54,2	32,0	20,0	3,60	13,5	10,6	4,6	4,0	1,60	0,44	0,27	1	Inc.	RossoVa.	C	
Jampe tongo	9,7	12,4	15,0	52,7	28,8	17,5	2,50	15,1	8,9	5,1	4,0	1,64	0,37	0,16	0-1	Pur.Va.	Inc.	C	
Paru	10,5	13,0	15,3	54,3	30,5	19,0	2,15	15,5	8,8	4,9	4,0	1,60	0,37	0,13	1	Inc.	Rosso	C	
<u>HARIHOSO DEL VALLE</u>																			
Kulll	8,6	10,7	11,0	41,3	22,1	12,8	1,95	12,3	8,2	3,9	4,0	1,72	0,37	0,14	1	Pur.	Pur.	C	
Aizua	8,3	10,4	10,8	41,4	22,9	12,9	2,05	12,2	9,4	4,4	4,0	1,77	0,40	0,16	1	Pur.	Pur.Rosso	C	
Oke	9,5	8,9	10,0	41,5	26,0	14,1	2,90	10,8	11,5	4,8	4,0	1,84	0,55	0,27	1	Pur.	Inc.	C	
Colorado	8,7	11,1	12,0	37,2	22,3	11,1	2,15	10,9	9,6	4,4	3,7	2,00	0,51	0,19	1	Pur.	Pur.	C	
Kajbla	9,4	12,5	12,0	45,5	26,2	15,8	2,25	12,6	8,9	4,3	4,0	1,65	0,41	0,18	0-1	Inc.	Inc.	NC	
Chuspillo	11,8	11,2	18,5	47,0	28,5	17,1	2,65	12,3	6,5	3,3	sw.	1,66	0,46	0,22	0	Inc.	Inc.	NC	
Checchi	10,1	11,3	13,5	45,3	23,2	14,9	1,30	13,9	8,7	4,8	4,0	1,55	0,30	0,09	0-1	Pur.No.	Inc.	C	
Achuchema	9,1	10,5	18,0	41,0	27,9	15,8	3,10	9,5	7,1	4,2	4,0	1,76	0,63	0,33	0	Pur.Va.	Inc.	NC	
Huillcaparu	11,5	14,0	14,0	48,2	28,0	15,0	2,80	13,8	9,5	6,2	4,0	1,86	0,47	0,20	1	Har.	Col.	C	
Kellu Huillcaparu	9,1	11,8	12,0	47,3	26,5	15,1	3,00	13,1	10,4	4,8	3,3	1,75	0,43	0,23	0	Har.	Inc.	C	
Concebideno	9,8	14,1	12,7	43,9	24,4	13,7	2,10	13,0	9,1	4,4	3,0	1,78	0,41	0,17	1	Har.	Inc.	C.	
Timuru	8,0	13,0	14,0	52,0	32,8	19,6	3,20	13,0	7,5	4,3	4,0	1,67	0,50	0,24	0	Pur.	Pur.	C	
Harinoso 8 file	10,1	12,7	8,0	43,2	22,3	12,2	1,20	14,3	11,4	4,1	4,0	1,81	0,35	0,08	0-1	Inc.	Inc.	C	
Hualtaco	10,0	13,3	11,7	49,5	28,1	15,5	2,70	14,3	11,0	5,1	4,0	1,81	0,44	0,18	0-1	Inc.	Inc.	NC	
Bianco yungueno	12,0	12,0	15,4	41,4	25,8	15,2	2,70	10,4	7,9	4,0	4,0	1,69	0,50	0,26	0	Inc.	Inc.	NC	
<u>AMAZONICO</u>																			
Enano	13,0	6,9	16,0	27,3	15,3	10,5	1,20	7,2	7,2	3,2	3,0	1,45	0,33	0,16	0	Inc.	Inc.	NC	
Blando amazonico (Corolico)	13,5	17,0	12,0	37,6	27,4	14,1	2,85	8,9	7,0	4,3	4,0	1,94	0,74	0,32	0	Inc.	Inc.	NC	
Duro amazonico	13,3	17,9	15,0	38,4	27,9	16,0	3,50	7,7	7,2	4,8	1,0	1,74	0,77	0,44	0	Inc.	Inc.	NC	
Blando cruceno	13,5	12,5	12,5	35,9	25,6	13,4	2,55	8,7	8,2	5,4	3,7	1,91	0,70	0,30	0	Inc.	Inc.	NC	
Bayo	14,2	12,4	13,3	38,3	27,1	15,0	2,95	8,7	8,3	4,8	4,0	1,80	0,69	0,31	0	Inc.	Inc.	NC	
Canario	11,8	13,8	12,0	37,3	26,2	15,3	2,70	8,3	8,5	4,8	1,5	1,71	0,66	0,32	0	Inc.	Inc.	NC	

CARATTERI FISIOLGICI: REAZIONE ALLA TEMPERATURA E AL FOTOPERIODO

Per analizzare la reazione alla variazione degli elementi ambientali, la collezione boliviana è stata studiata presso la Stazione Sperimentale di Cochabamba (17°C di lat. sud, 12 h e 15' di illuminazione diurna) e successivamente a Minoprio (Como, 45° lat. nord) assoggettandola contemporaneamente ad un fotoperiodo normale e a un fotoperiodo di 12 ore, durante i primi 55 giorni di sviluppo.

In tutte le prove sono stati rilevati i principali caratteri morfologici (altezza della pianta ed inserzione della spiga, numero delle foglie, diametro del culmo) e fenologici (antesi maschile e femminile, loro intervallo), nelle diverse condizioni di coltura.

Per l'analisi dell'effetto del fotoperiodo furono presi in esame le differenze rilevabili per i diversi caratteri nelle coltivazioni a Minoprio, a fotoperiodo normale, vs. Minoprio con dodici ore di luce (C-B).

Nello studio dell'effetto attribuibile alla temperatura sono state analizzate le differenze indotte nei diversi caratteri, a Minoprio con un trattamento di 12 ore di luce ed a Cochabamba in condizioni di illuminazione normale, anch'essa di 12 ore (B-A).

Per determinare la significatività dell'esperimento è stato eseguito un "test t" di Student per tutti i caratteri considerati tra le medie di A vs. C, A vs. B e B vs. C.

TAB. 4 - SIGNIFICATIVITA' DELLA REAZIONE AL CAMBIO DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI: "t" DI STUDENT TRA LE MEDIE DELLE CARATTERISTICHE MORFO-FENOLOGICHE:

A) COCHABAMBA; B) MINOPRIO, 12H DI LUCE; C) MINOPRIO, FOTOPERIODO NORMALE.

	Antesi	Diff. tra antesi	Altezza pianta	Inserz. spiga	N° foglie	Ø culmo
1) C v A	3,345**	6,321**	10,240**	7,790**	0,741	5,939**
2) B v A	0,750	4,175**	8,283**	7,263**	0,189	5,128**
3) C v B	2,388*	2,740**	1,773	0,880	0,575	0,940

* p = 0,05

** p = 0,01

1) diff. attribuibili al fotoperiodo più differenze di fertilità

2) diff. attribuibili al termoperiodo più differenze di fertilità

3) diff. attribuibili prevalentemente al fotoperiodo.

A) reazione foto-termoperiodo

(Minoprio normale - Cochabamba)

B) reazione a livello termico

(Minoprio 12 h. luce - Cochabamba)

C) reazione al fotoperiodo

(Minoprio normale - Minoprio 12 h. luce)

TAB. 5 - CARATTERISTICHE DELLE RAZZE BOLIVIANE IN 3 AMBIENTI

Complesso	Razza	Altit. m/asin	Σ Temperature °C			Antesi maschile			Giorni tra fioriture			Altezza pianta			Inserz. spiga			Numero foglie			Diametro medio culmo		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
A 1) Pisankalla:	Pura	1500	1200	1400	1360	76	76	74	2	2	2	71	131	131	34	80	82	11,3	11,0	11,1	14,1	18,2	18,6
	2) Pasankalla	3400	1350	1720	1810	85	91	95	2	2	4	107	160	168	56	97	97	11,5	11,8	11,7	19,2	21,3	21,4
	3) Pasankalla	2500	1400	1450	1420	88	78	77	2	1	2	96	171	212	45	100	143	11,0	11,5	11,0	19,1	20,6	21,8
	4) Purito	1100	1450	1770	1850	90	94	98	2	3	4	123	296	222	64	141	141	13,8	12,8	13,5	22,1	23,3	23,8
B 1) Altopiano:	Jampi tongo	3500	1250	1450	1620	79	78	86	2	2	8	134	172	212	70	95	107	13,2	14,1	13,2	24,0	26,0	28,1
	2) Tuimuru	3400	1550	1830	2130	97	97	112	2	6	5	160	193	217	90	140	143	14,4	14,0	14,9	25,5	26,2	28,0
	3) Paru	3500	1350	1720	2150	85	91	113	2	2	2	116	169	209	61	79	93	11,0	11,1	12,2	25,9	27,3	29,1
C 1) Valle:	Kulli	2700	1400	1510	1600	89	81	89	2	4	13	102	104	150	47	51	72	11,1	12,0	10,2	20,2	20,6	21,4
	2) Checchi	2700	1400	1720	1810	88	91	96	3	8	9	104	250	280	57	152	171	11,5	12,1	12,3	21,7	25,2	25,2
	3) Kajbia	2800	1450	1720	2050	90	91	108	3	6	8	109	199	213	58	143	151	11,9	12,2	12,6	24,8	29,8	31,5
	4) Hualtaco	2500	1500	1890	2360	94	100	126	?	4	3	139	252	300	82	190	238	13,8	14,2	14,9	25,3	36,0	38,8
	5) Harinoso 8 filas	2500	1700	1930	2380	108	102	126	2	10	20	147	285	318	99	207	230	15,5	15,2	16,2	23,4	35,6	37,8
	6) Chuspilio	2500	1750	2270	2260	109	120	120	2	7	20	154	273	318	91	213	263	14,1	13,8	14,2	25,7	33,4	33,8
	7) Huilcaparu	2500	1750	2235	2260	110	118	120	7	20	32	195	301	349	138	219	237	17,0	17,3	18,6	23,7	33,4	38,3
	8) Yungueno	2000	1750	1600	2050	85	85	108	2	11	30	144	223	277	86	139	138	15,0	14,6	14,2	27,5	29,5	30,2
D 1) Morocho:	Karapampa	2300	1350	1740	1810	90	92	96	2	4	8	127	243	300	63	169	167	12,9	12,9	13,0	18,1	18,5	28,5
	2) Morochillo Tarija	2400	1450	1380	1700	83	73	90	2	2	4	108	108	129	58	52	48	11,3	11,2	10,2	22,1	22,0	23,0
	3) Morochito chico	2400	1350	1360	1610	83	74	85	2	1	2	110	162	177	55	85	103	11,3	11,0	11,6	22,5	23,0	23,2
	4) Morocho	2400	1350	1700	1770	91	90	94	1	2	2	116	152	198	59	88	92	12,0	11,8	12,0	23,4	28,5	28,5
	5) Kellu	2500	1450	1770	1890	87	94	100	2	4	8	124	228	288	66	132	120	12,6	13,0	18,0	24,0	27,8	29,5
	6) Aperlado	1500	1700	2010	2280	102	106	121	2	6	6	120	251	285	61	110	146	13,5	13,5	14,0	23,2	28,6	28,6
E 1) Amazonico:	Enano	150	1900	2350	2350	108	126	126	2	8	10	140	300	370	70	218	220	14,0	14,6	15,2	20,6	21,2	35,5
	2) Blando Amazonico	650	1750	2230	2390	110	118	129	5	14	35	101	293	308	48	198	213	13,7	14,0	14,2	26,6	35,3	38,2
	3) Blando Cruceno	500	1750	2230	2300	104	118	122	5	18	30	111	303	347	62	222	265	14,1	14,0	14,6	22,2	34,5	36,7
	4) Duro Amazonico	350	1650	2270	2440	119	120	132	5	12	30	183	323	360	74	200	213	15,3	16,0	16,4	25,9	36,4	38,6
	5) Morocho Chaqueno	300	1400	2270	2300	118	120	122	5	13	35	141	272	301	77	189	217	16,6	16,2	16,4	26,5	29,6	32,1
	6) Perola	200	1750	2010	2220	106	106	117	4	11	20	126	375	400	78	273	282	14,5	14,5	14,0	24,6	38,4	39,6
F 1) Perla:	Uchuquilla	2500	1900	1740	1130	76	92	112	3	9	16	149	258	293	86	152	197	13,3	13,2	14,0	25,5	27,2	29,6
	2) Perla	2400	1200	2170	2350	109	114	126	2	4	6	139	272	271	77	100	106	15,0	15,0	16,1	16,9	25,2	26,4
G 1) Cordillera:	Morocho 14 filas	1500	1650	1990	2050	106	105	108	2	2	2	136	282	401	85	290	293	14,7	14,6	14,1	27,1	38,6	38,4
	2) Cordillera	1500	1600	1970	2050	101	104	108	2	2	4	158	319	370	95	251	263	15,4	15,2	15,4	26,9	37,0	36,8
	3) Tucumano	1500	1650	1950	2010	103	103	106	2	1	3	122	303	300	55	178	173	13,5	14,0	14,2	22,9	30,2	31,8

Le differenze sono risultate significative in ogni caso allorché si considerano gli effetti sommati termico e fotoperiodico.

Il "t" di Student risultava fortemente significativo per la differenza all'antesi, l'altezza della pianta, l'inserzione della spiga e il diametro del culmo per la frazione attribuibile al fattore termico, mentre risultava non significativo per le differenze fra antesi ed il numero delle foglie.

L'effetto del fotoperiodo appariva d'altra parte significativo per $p = 0,01$ per le differenze tra antesi, e per $p = 0,05$ per le date antesi.

Nessuna significatività attribuibile al fotoperiodo era rilevabile per gli altri caratteri.

EFFETTO DEL FOTOPERIODO

La variazione del fotoperiodo ha influenzato positivamente soprattutto i caratteri fenologici della pianta: antesi maschile e intervallo fra le antesi.

Le differenze di trattamento fotoperiodico hanno invece determinato un decremento, del resto non significativo, delle caratteristiche morfologiche: altezza della pianta, inserzione della spiga, diametro del culmo e numero delle foglie.

Un periodo d'illuminazione più lungo di quello originario (che si aggira sulle 12 ore) ha pertanto indotto i seguenti effetti sulla maggior parte delle razze studiate:

- un allungamento generalizzato del periodo emergenza-antesi;
- una dicogamia marcata, correlata con l'altezza della pianta e il diametro del culmo;
- una discriminazione delle razze in base alla reazione/non reazione dei caratteri ricordati, in funzione del fotoperiodo sulla base di una distribuzione concentrata agli estremi;
- una rilevata carenza di tipi intermedi, che sembrerebbe far concludere circa un controllo oligogenico;
- l'assenza di correlazione degli effetti del foto periodo con il ciclo vegetativo delle singole razze studiate e con l'altitudine delle razze studiate e con l'altitudine delle zone originarie.

Sensibilità al fotoperiodo

Un'analisi particolareggiata sulla reazione/non reazione al fotoperiodo nell'ambito dei complessi razziali e delle razze, ha consentito di giungere ai seguenti risultati conclusivi:

- le razze appartenenti al complesso razziale Pisanckalla generalmente non hanno mostrato sensibili cambiamenti morfo-fisiologici a causa dell'allungamento delle ore di luce;
- tra le razze appartenenti al complesso Altipiano, la razza Paru ha mostrato un sensibile aumento del numero dei giorni all'antesi, maschile, mentre nelle altre due razze del suddetto complesso non c'è stato un aumento significativo;
- il comportamento delle razze appartenenti al complesso Valle è risultato alquanto specifico: alcune razze come Hualtaco, Farinoso 8 file, Yungueno e Kajbia hanno subito un sensibile incremento nella data di antesi, mentre d'altra parte le razze Huilcaparu, Checchi, Yungueño e Chuspillo hanno

- mostrato una forte dicogamia come effetto dell'allungamento delle ore di luce. Rilevanti incrementi delle caratteristiche morfologiche sono stati trovati nelle razze Chuspillo, Huillcaparu, Yungueño;
- nelle razze del complesso Morocho non è stato rilevato alcun effetto sensibile attribuibile al fotoperiodo, mentre in quello della pianura amazzonica si sono registrati forti incrementi nelle caratteristiche morfologiche, insieme ad una marcata dicogamia;
 - le razze Uchuquilla e Perla hanno subito un sensibile aumento nel periodo di antesi maschile, senza però un notevole incremento dell'intervallo di fioritura maschile e femminile;
 - le razze del complesso Cordillera non hanno mostrato una reazione sensibile al fotoperiodo sia per i caratteri morfologici sia per quelli fisiologici.

EFFETTO TERMICO

Le differenze morfo-fenologiche rilevabili per le medesime razze, allevate a Cochabamba (Bolivia) e Minoprio (Italia), in condizioni di uguale fotoperiodo (12 ore di luce), sono state attribuite prevalentemente all'effetto termico, anche se si può intravedere un effetto secondario non controllabile attribuibile alla diversa fertilità.

I risultati delle analisi possono essere così riassunti:

- non esiste una differenza significativa tra le date delle antesi maschili, in funzione dell'ambiente termico mutato;
- si è potuto invece rilevare una differenza altamente significativo su tutte le caratteristiche morfologiche studiate, eccetto che per il numero delle foglie;
- i notevoli incrementi dell'altezza delle piante, dell'inserzione della spiga e del diametro del culmo, appaiono fortemente correlati alla classe di maturità delle razze come pure all'altitudine delle zone di origine;
- esiste, com'era d'altra parte intuibile, una forte correlazione tra gli effetti attribuibili al fattore termico sui caratteri studiati: altezza della pianta, inserzione della spiga e diametro del culmo;
- è evidente, nei grafici comparativi circa gli effetti sulle singole razze del termo e del fotoperiodo, una distribuzione più normale nei valori attribuibili al primo fattore.

L'effetto differenziale, conseguente al cambiamento termico tra i gruppi razziali e dentro i gruppi, può essere così riassunto:

- un ritardo nell'epoca di fioritura delle razze del complesso amazzonico e nelle razze Chuspillo, Huillcaparu e Kellu, provenienti dalle vallate centrali delle Ande;
- un incremento nell'intervallo tra la fioritura maschile e femminile principalmente riscontrabile nelle razze dell'Amazzonia;
- un fortissimo incremento nei caratteri morfologici presi in considerazione; in modo particolare nel complesso Amazonico, Harinoso del Valle, Altipiano e Cordillera. A commento di quest'ultimo è interessante sottolineare che nelle razze Morocho chaqueno, Morocho 14 file e Blando amazzonico, si sono rilevate piante con oltre 4 metri di altezza.

CARATTERISTICHE GENETICHE

ATTITUDINE ALLA COMBINAZIONE GENERALE E SPECIFICA

Una serie rappresentativa del germoplasma boliviano di mais costituita da 3 razze di ciascun complesso razziale è stata incrociata con due linee di prova, e precisamente la linea dentata americana W22 e la linea vitrea italiana NI 64.

Nell'analisi dei dati si è applicato lo schema "common mother - common father" proposto dall'Università del North Carolina (COMSTOCK e ROBINSON 1948).

I risultati mettono in evidenza che per quanto concerne l'epoca di fioritura, il numero delle foglie, la lunghezza della spiga, i valori attribuibili all'attitudine combinatoria generale sono altamente significativi, mentre per quelli attribuibili all'attitudine combinatoria specifica non è rilevabile alcuna significatività.

D'altra parte, per l'altezza della pianta, il numero della cariossidi per rango e il peso delle cariossidi per pianta, entrambi i valori sono altamente significativi.

Le caratteristiche dei due tipi di incroci ricordati sono riportati nella tabella 6 sotto forma di valori medi e raggruppati in classi di significatività, risultanti dal test di DUNCAN per una probabilità dell'1%.

La significatività delle differenze tra le medie dei valori per complesso razziale in combinazione top cross è stata pure valutata con il metodo di DUNCAN, permettendo il controllo della validità delle classificazioni proposta sulla base degli studi morfologici (tab. 7).

A commento dei risultati presentati si ritiene conveniente sottolineare alcune conclusioni particolari fornite dalle analisi dei caratteri morfologici considerati:

Epoca di fioritura

L'analisi della varianza ha messo in evidenza valori altamente significativi per la componente attribuibile all'attitudine combinatoria specifica e generale.

Inoltre, risulta costante la differenza tra le combinazioni con le linee NI 64 e la W 22, mentre una sensibile precocità è rilevabile negli ibridi tra la razza Pisanckalla (proveniente da zone 3400 m di altitudine) e ambedue i testers.

Le epoche di fioritura più tardiva sono da rilevarsi per i complessi razziali Morocho e Amazonico, senza differenze significative tra essi.

TAB. 6 - CONTRIBUZIONE GENETICA DELLE SINGOLE RAZZE SU TESTER COMUNI

COMPLESSO RAZZIALE RAZZA	Alti- m/slm	Fioritura: Agosto Giorni		FOGLIE N°		ALTEZZA PIANTA (cm)		LUNGHEZZA SPIGA (cm)		CARIOSSIDI PER RANGO N°		DIAMETRO SPIGA		C A R I O S S I D I			
		W 22	NI 64	W 22	NI 64	W 22	NI 64	W 22	NI 64	W 22	NI 64	W 22	NI 64	PROFONDITA' (mm)		PESO PER PIANTA (g)	
														W 22	NI 64	W 22	NI 64
A. PISANKALLA																	
1 Pura	1500	14,6 b	20,2 b	15,2 ab	15,6 cd	243,0 ab	227,9 ef	15,5 d	20,0 a-c	38,1 b-d	51,0 a	39,6 g	40,0 c-f	11,5 d-f	9,8 c-e	109,3 f-j	111,6 g-j
2 Pasankalla	3400	9,6 d	10,2 c	15,5 ab	15,0 e	238,0 ab	202,8 h	14,9 e	18,2 bc	38,9 b-d	48,0 a-c	46,0 b-d	38,3 fg	13,5 a	8,6 f	131,0 c-f	160,0 a
3 Pisanalla	2500	10,7 c	19,0 b	15,0 a-c	15,3 de	242,6 a	204,0 g	16,2 c-e	19,0 a-c	41,6 ab	49,8 ab	43,4 d-f	42,2 b-d	12,0 b-f	10,5 bc	130,3 c-f	101,6 ij
B. ALTIPLANO																	
1 Tuimuru	3400	15,2 b	21,1 b	14,0 cd	14,5 f	203,0 ef	231,0 ef	16,5 b-e	16,5 c	31,3 g-i	37,5 gh	37,8 fg	43,9 b	12,7 a-c	10,9 ab	125,6 fg	148,0 a-c
2 Paru	3500	15,9 b	17,2 b	14,2 b	14,2 f	202,0 e	222,0 f	16,8 a-e	16,6 c	40,4 c	39,0 gh	46,4 bc	38,7 fg	13,5 a	10,4 b-d	149,0 a-c	128,0 c-g
3 Jampe tongo	3500	18,1 ab	21,7 b	14,0 cd	14,6 ef	183,0 g	187,0 i	16,8 a-e	16,3 c	30,6 h-j	38,6 gh	42,8 ef	43,3 b	11,8 d-f	9,4 d-f	101,0 j	94,0 j
C. VALLE																	
1 Hualtaco	2500	18,1 ab	20,2 b	14,3 a-d	16,5 a-c	243,8 a	256,9 bc	16,0 c-e	20,9 ab	35,6 d-f	40,5 d-g	49,6 a	44,0 b	13,6 a	11,1 ab	136,0 b-f	121,5 e-h
2 Kulli	2700	15,9 b	25,9 b	14,0 cd	16,8 ab	224,4 a-d	263,0 a-c	14,3 e	18,3 bc	34,7 d-h	37,0 h	46,5 bc	41,8 b-e	13,2 ab	10,1 b-d	157,6 ab	106,6 h-j
3 Kajbia	2700	17,1 b	20,0 b	14,0 cd	16,9 ab	212,0 de	267,0 ab	16,0 c-e	20,6 ab	27,0 j	37,0 h	50,4 a	49,9 a	13,2 ab	12,0 a	123,6 f h	162,0 a
D. MOROCHO																	
1 Karapampa	2400	16,4 b	28,3 a	14,7 a-d	15,9 b-d	209,3 de	240,9 de	17,4 a-d	19,9 a-c	36,0 c-e	36,6 h	44,7 c-e	40,2 c-f	12,9 a-c	10,2 b-d	147,8 a-d	109,3 g-j
2 Morocho	2500	14,9 bc	29,6 a	14,5 a-d	16,0 a-d	191,0 fg	218,6 fg	17,4 a-d	21,6 ab	36,0 c-e	40,2 e-f	44,2 c-e	42,6 bc	12,8 a-c	11,0 ab	168,6 a	142,0 a-e
3 Kellu	2500	18,1 ab	28,6 a	14,3 a-d	16,0 a-d	212,8 de	212,6 gh	17,5 a-d	20,0 a-c	36,0 c-e	44,2 c-e	41,2 fg	38,9 fg	12,4 a-d	10,5 bc	122,3 f-i	136,0 b-f
E. PERLA																	
1 Perla	2400	15,3 b	21,8 b	14,0 cd	16,0 a-d	230,6 a-c	275,6 ab	16,3 c-e	23,5 a	42,6 ab	49,9 ab	43,1 c-f	41,8 b-e	12,8 a-c	10,6 bc	146,6 a-e	131,6 c-f
2 Aperlado	2200	15,8 b	20,9 b	13,8 d	16,2 a-d	224,6 a-d	241,1 de	15,6 de	23,1 a	38,9 b-d	45,3 b-d	43,0 d-f	39,6 d-f	12,3 a-e	10,0 a-e	128,3 d-g	122,6 e-h
3 Uchuquilla	2400	16,9 b	18,5 b	14,4 a-d	16,1 a-d	220,3 cd	260,0 a-c	17,1 a-e	23,3 a	44,7 a	42,5 d-g	48,2 ab	43,4 b	11,8 d-f	10,6 bc	158,0 ab	143,6 a-d
F. AMAZONICO																	
1 Blando Cruceno	600	18,6 ab	28,6 a	15,0 a-c	16,8 ab	221,2 b-d	284,0 a	19,9 a	20,9 ab	31,6 f-i	39,3 f-h	43,2 b-f	43,1 b	11,1 f	9,1 ef	127,0 e-g	119,0 f-i
2 Blando Beniano	350	22,8 a	26,2 a	15,6 a	17,0 a	237,6 ab	286,4 a	19,5 ab	23,0 a	33,4 e-i	45,0 b-e	44,6 c-e	39,1 fg	11,3 ef	8,5 f	104,6 ij	112,0 h-j
3 Duro Amazonico	650	22,0 a	30,9 a	15,2 ab	17,2 a	228,3 a-c	266,8 ab	19,6 a	23,3 a	30,4 ij	39,9 f-h	41,6 fg	37,8 fg	11,2 ef	8,5 f	106,0 h-j	108,3 g-j
G. CORDILLERA																	
1 Morocho 14 filas	1500	16,4 b	20,8 b	14,6 a-d	16,8 ab	230,0 a-c	260,4 a-c	19,0 a-c	22,2 ab	36,2 c-e	51,0 a	40,1 g	39,3 ef	12,1 c-e	10,0 b-e	129,0 d-f	127,3 d-g
2 Tucumano	1500	17,6 b	20,8 b	14,5 a-d	16,8 ab	228,6 a-c	260,0 a-c	18,7 a-c	25,9 a	35,2 c-g	51,2 a	43,8 d-f	43,1 b-d	11,6 d-f	10,3 b-d	125,0 f-h	153,8 ab
3 Cordillera	1500	22,9 a	26,2 a	14,5 a-d	16,7 a-c	233,0 a-c	250,1 cd	18,5 a-c	22,3 ab	32,2 f-i	52,1 a	41,3 fg	42,1 b-d	11,1 f	10,3 b-d	125,0 f-h	137,6 b-f

TAB. 7 - SIGNIFICATIVITÀ DELLE DIFFERENZE TRA IBRIDI SPERIMENTALI CON PARENTI COMUNI

COMPLESSO RAZZIALE	TESTER	EPOCA FIORITURA	N° FOGLIE	ALTEZZA PIANTA	LUNGHEZZA SPIGA	CARIOSSIDI × RANGO	DIAMETRO SPIGA	PROFONDITA' CARIOSSIDI	PESO
A - Pisankalla	W 22	11,6 c	15,2 a	241,2 a	15,5 b	39,5 ab	43,0 bc	12,3 ab	123,5 c
	NI 64	16,4 c	15,3 bc	221,5 b	19,0 bc	49,6 a	40,1 b	9,9 b	124,4 cd
B - Altiplano	W 22	16,4 b	14,0 b	196,1 c	16,6 ab	34,1 cd	42,2 bc	12,6 ab	125,2 bc
	NI 64	20,0 b	14,4 c	213,3 b	16,4 c	38,3 c	41,9 b	10,2 ab	123,3 d
C - Valle	W 22	17,0 b	14,7 ab	226,7 ab	15,4 b	32,4 d	48,8 a	13,3 a	139,1 a
	NI 64	22,0 b	16,7 a	262,3 a	19,9 ab	38,1 c	45,2 a	11,0 a	130,0 b
D - Morocho	W 22	16,4 b	14,5 ab	204,3 bc	17,4 ab	36,0 bc	43,3 b	12,7 ab	139,0 a
	NI 64	28,3 a	15,9 ab	224,0 b	20,5 ab	40,3 c	40,6 b	10,2 ab	129,1 bc
E - Perla	W 22	16,0 b	14,0 b	225,1 ab	16,3 ab	42,0 a	44,7 bc	12,3 ab	144,3 a
	NI 64	20,4 b	16,1 ab	258,8 a	23,3 a	45,9 b	41,6 b	10,4 ab	132,4 b
F - Amazonico	W 22	21,1 a	15,2 a	229,0 a	19,6 a	31,8 d	43,1 bc	11,2 c	112,5 d
	NI 64	28,5 a	17,0 a	276,0 a	22,4 ab	41,4 c	40,0 b	8,7 c	113,1 e
G - Cordillera	W 22	18,9 ab	14,5 a	230,5 a	18,7 a	31,2 d	41,7 c	11,7 bc	129,8 b
	NI 64	22,6 b	16,7 a	256,8 a	23,4 a	51,4 a	41,5 b	10,1 ab	139,4 a

I tipi contrassegnati con la stessa lettera non sono significativamente diversi (Test di Duncan P=0,01).

Fonte: AVILA e BRANDOLINI, 1969.

Numero delle foglie

L'analisi della varianza mette in evidenza valori altamente significativi per la capacità combinatoria generale, mentre l'interazione attribuibile all'attitudine combinatoria specifica è al limite della significatività.

Inoltre il numero delle foglie appare immutato per i complessi razziali Pisanckalla e Altipiano nelle combinazioni con ambedue i testers; ciò non si verifica per gli altri complessi.

Diametro della spiga e profondità delle cariossidi

Per questi due caratteri, si possono rilevare valori altamente significativi nella capacità combinatoria generale, mentre in quella specifica non sono significativi o al limite della significatività.

Per quanto riguarda la profondità delle cariossidi, il complesso Valle presenta i valori più alti. I gruppi identificati con il test di DUNCAN presentano una certa analogia per ambedue i caratteri.

Altezza della pianta, lunghezza della spiga e numero delle cariossidi per rango

I valori dell'attitudine combinatoria generale e specifica risultano altamente significativi.

Per quanto riguarda l'altezza delle piante il comportamento dei complessi, e delle razze nel complesso, è alquanto individuale.

È da rilevare che, come per il complesso Pisanckalla, i top crosses su W 22 presentano valori superiori a quelli dell'altro tester, contrariamente al comportamento generale per le altre razze e complessi razziali.

I fenotipi di maggiore altezza possono essere individuati negli incroci con le razze appartenenti al complesso amazzonico, provenienti dai bassopiani orientali.

I valori presentati dai top crosses su NI 64 sono, per la lunghezza delle spighe, superiori a quelli dell'altro tester, mentre per diametro della spiga e profondità della cariossidi risultano leggermente inferiori.

I valori più elevati, per la lunghezza della spiga, corrispondono ai complessi razziali Cordillera e Amazonico.

Peso della granella

L'analisi della varianza ha messo in evidenza, per questo carattere, un valore altamente significativo solo per la componente attribuibile all'attitudine combinatoria specifica.

La serie di dati è particolarmente interessante, perché indica la convenienza, ai fini di una migliore utilizzazione del germoplasma analizzato, di ricercare e conseguire adeguate combinazioni ibride, possibilmente attraverso l'adozione di un sistema di selezione ricorrente reciproca.

Inoltre, nel confronto per complessi razziali, risaltano valori nettamente differenziati per i complessi Morocho e Perla.

Le produzioni degli ibridi ottenute con la linea vitrea appaiono di norma inferiori a quelle degli ibridi ottenute con la linea dentata. Emergono eccezioni di notevole interesse nel caso delle razze Pisanckalla, Kajbia, Tucumano e Tuimuru.

I valori più bassi, attribuibili alla piccolezza della granella, sono offerti dalle razze Jampe tongo, Pisanckalla e Kulli, che mostrano risultati ben diversi per i top crosses con la linea W22.

Le razze Duro amazonico e Blando beniano presentano invece valori molto bassi in combinazione con ambedue le linee.

Concludendo:

- si conferma la validità della classificazione razziale precedentemente ipotizzata su base morfologica. Appare inoltre valida, una classificazione superiore a quella razziale, attraverso l'adozione del concetto di "complesso razziale": insieme di razze omologhe profondamente differenziate per talune caratteristiche morfologiche ed utilitarie, accomunate dall'origine e dall'areale;
- L'utilizzazione di testers molto diversi, originari di germoplasmii molto differenti, ha consentito di porre in rilievo differenze sistematiche che presentano scarse eccezioni, probabilmente attribuibili all'attitudine combinatoria specifica.

CARATTERISTICHE CROMOSOMICHE

L'importanza delle informazioni sulla morfologia e la localizzazione dei knob cromosomici ai fini della determinazione delle relazioni tra le razze di mais è stata rilevata dalla McCLINTOCK (1929, 1969), da LONGLEY (1939, 1954) e da BROWN (1949).

Secondo tali Autori risultano di interesse tassonomico il numero totale dei knob presenti in ogni razza di mais, nonché la loro posizione, dimensione e aspetto. La presenza di tali formazioni eterocromatiche sembra però essere meno discriminante per le razze andine che per quelle centro-americane.

Esiste d'altra parte un'evidente differenza tra i complessi razziali individuati, specifici delle diverse suddivisioni fitogeografiche.

È invece alquanto difficile determinare l'eventuale entità della contaminazione con *Tripsacum* attraverso l'analisi della posizione e frequenza dei knob.

L'unica specie presente nell'America meridionale, il *Tripsacum australe*, CUTLER-ANDERSON, non presenta infatti knob, (GRANNER e ADDISON, 1944).

Le razze di mais del complesso amazzonico, che sole avrebbero potuto esserne contaminate, non hanno pertanto potuto ritrarre da esse le formazioni nucleiniche che le caratterizzano.

A commento degli istogrammi riportati nella tabella, rappresentanti i valori medi e la variabilità del numero dei knob nelle diverse razze, è possibile sottolineare le seguenti particolarità:

- a) Nel complesso razziale Pisankalla si sono osservati knob e cromosomi B in maggiore frequenza rispetto ad ogni altro complesso razziale boliviano: in aggiunta al knob sul braccio lungo del cromosoma 7, sono abbastanza frequenti i knob sui bracci lunghi dei cromosomi 2 e 6, quest'ultimo solitamente di ridotte dimensioni. Il numero medio è di 4, mentre la fluttuazione va da 2 a 7.
- b) I complessi razziali del Valle Alto e del Valle presentano un quadro piuttosto omogeneo, con basso numero di nodi, che oscilla tra 0 e 2, solitamente localizzati sui bracci lunghi dei cromosomi 6 o 7. Taluni individui hanno presentato un numero relativamente elevato di cromosomi B.
- c) Il complesso razziale Morocho presenta in genere 1-2 Knob, solitamente localizzati sui bracci lunghi dei cromosomi 2 e 5 e su quello corto del cromosoma 9: nelle razze Morocho e Kellu il numero dei knob può salire a 4. Si è rilevata la presenza in talune piante di 1 o 2 cromosomi B.
- d) Nel complesso razziale Amazonico il numero dei knob fluttua tra 2 e 5. Essi sono solitamente localizzati sui bracci lunghi dei cromosomi 6 e 7 e talora su quelli dei cromosomi 2, 4 e 8.

Solo sporadicamente si è potuto rilevare la presenza di 1 o 2 cromosomi B.

- e) I complessi razziali Perla e Cordillera presentano invece una notevole variazione del numero degli knob presumibilmente in relazione ai diversi ambienti di coltivazione ed alle eventuali contaminazioni con altre razze. Il numero dei knob varia da 1 a 5 e le posizioni risultano d'altra parte analoghe a quelle degli altri complessi ricordati. Il gruppo Cordillera, che deve essere considerato un complesso razziale in formazione, presenta la variabilità più alta sia per numero, sia per posizione dei knob.

Concludendo, si deve rilevare che, contrariamente alle prime generalizzazioni,

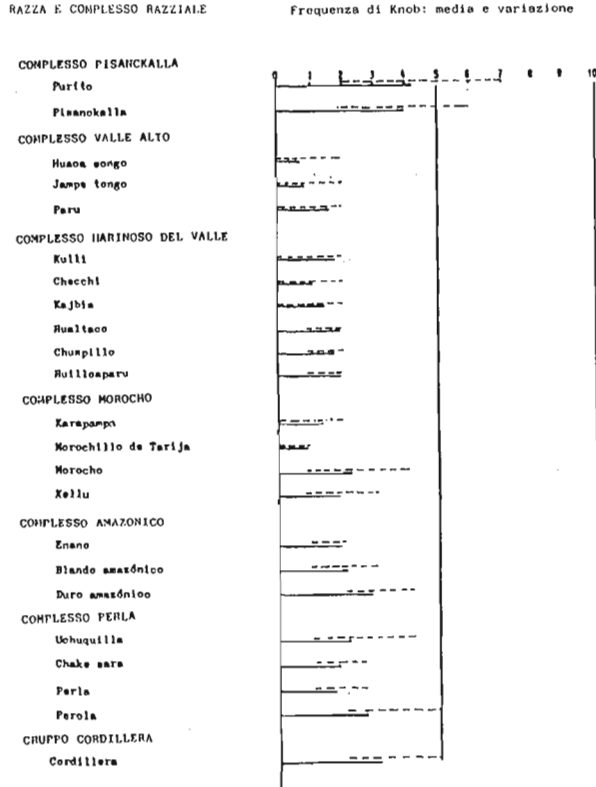


Grafico 6 - Presenza knob cromosomici nelle razze boliviane

i mais del gruppo andino non presentano affatto una situazione omogenea: i casi di completa mancanza di knob sono scarsi e limitati a talune razze, del resto molto evolute, del Valle Alto e del Valle.

In genere le razze del Valle, sia farinose, sia del gruppo Morocho risultano mediamente dotate: quelle di più antica origine risultano invero caratterizzate da basso numero di knob e più alta variabilità.

I complessi Amazonico e Perla e il gruppo Cordillera presentano un numero di knob medio di 2-3, con massimi di 5 per le forme del bassopiano.

Le razze del complesso Pisankalla mostrano i valori più elevati, con medie sul 4 e una presenza, per la razza Purito, di 7 knob e per la razza Pisankalla di 6 knob. Questo rilievo è in pieno accordo con quelli presentati da RAMIREZ et al. (1969) ed ottenuti dalla McCLINTOCK.

CARATTERISTICHE BIOCHIMICHE

COMPOSIZIONE CHIMICA

La composizione chimica ed il conseguente valore nutritivo della granella appaiono elementi di particolare importanza nel caso di un germoplasma maidico la cui evoluzione è stata orientata, nel corso di millenni, verso il soddisfacimento di specializzate esigenze alimentari.

Si è ritenuto pertanto opportuno approfondirne la conoscenza attraverso l'analisi chimica di campioni delle principali popolazioni, al fine di definirne la composizione biochimica fondamentale per una valutazione nutrizionale.

L'indagine è stata eseguita mediante l'analizzatore automatico Technicon, ed ha avuto come obiettivo la determinazione del contenuto in lipidi e protidi: particolare attenzione è stata rivolta alla determinazione del triptofano, considerato indice critico della qualità proteica.

Il metodo analitico seguito è stato descritto da BANFI, CABULEA e GARAVAGLIA (1971).

I risultati delle analisi sono riportati nella tabella 8.

TAB. 8 - VALORE NUTRITIVO DELLE CARIOSSIDI DELLE DIVERSE RAZZE

Razza	Altitudine su s.l.s.	Grassi %	Proteina %	Triptofano %	Triptofano Proteina totale
<u>PISANKALLA</u>					
Pura	1000-2000	4,63	19,50	0,069	0,393
Fasankalla	3000-3600	5,19	13,04	0,075	0,576
Pisankalla	2000-3000	4,93	12,68	0,072	0,575
<u>MOROCHO</u>					
Morocho de Jarlja	1000-2000	5,12	12,40	0,073	0,588
Morocho chico	1000-2000	5,32	11,70	0,073	0,623
Kellu	1000-3000	4,84	10,35	0,065	0,629
Morocho 8 file	1100-3000	5,29	11,90	0,072	0,613
Morocho chaqueño	200- 300	6,37	12,98	0,036	0,614
<u>PERLA</u>					
Uchuquilla	1100-3000	5,34	14,16	0,068	0,483
Perla	900-2000	5,55	13,56	0,068	0,504
Ferola	140-700	5,19	12,77	0,080	0,627
<u>CORDILLERA</u>					
Cordillera	1000-2000	5,52	12,56	0,077	0,580
<u>VALLE ALTO</u>					
Faru	2600-3400	4,98	11,56	0,102	0,721
<u>HARINOSO DEL VALLE</u>					
Kullit	2000-3400	5,77	12,99	0,266	2,047
Kajbia	2200-3000	4,48	11,84	0,073	0,615
Checchi	2000-3000	4,97	11,93	0,086	0,796
Huilicaparu	2000-2800	6,45	14,25	0,072	0,505
Tuimuru	2600-3400	5,95	13,20	0,136	1,030
Hualtaco	2000-3000	5,08	11,63	0,069	0,586
Bianco yunqueno	1000-2500	4,72	13,05	0,076	0,582
<u>AMAZONICO</u>					
Bianco amazonico	130-2000	5,80	13,28	0,092	0,692
Bianco Cruceño	140-700	5,20	12,35	0,092	0,744

MUTANTI AD ALTO TENORE IN AMINOACIDI CRITICI

MERTZ et al. (1964) e NELSON et al. (1965) hanno richiamato l'attenzione sulla capacità dei mutanti o_2o_2 e fl_2fl_2 di determinare un più elevato contenuto di lisina e triptofano nelle proteine dell'endosperma del mais.

L'analisi genetica di campioni rappresentativi delle 22 razze, eseguita mediante incrocio su testers omozigoti opaque 2, ha consentito di identificare la presenza dei fattori o_2 in forma eterozigote nelle razze Checchi, Cordillera e Maiz de tostar, con frequenze del 45-48%.

Una frequenza maggiore, 100%, era rilevabile per la razza Kajbia.

Il controllo biochimico eseguito mediante Auto-analyzer dall'Istituto di Industrie Agrarie dell'Università di Milano evidenziava valori in lisina superiori al tester o_2o_2 e all'incirca doppi del normale per le razze Maiz de tostar e Cordillera.

Differenze di scarso rilievo si riscontrano per le razze Kajbia e Checchi, lo studio dei quali dovrà essere approfondito.

I risultati analitici delle cariossidi ibride fenotipicamente vitree ed opache su portaseme o_2o_2 sono riportati nella tabella 9.

TAB. 9 - PRESENZA DI FATTORI O_2 NEI MAIS BOLIVIANI

Razza impollinante	Altitudine d'origine m. Isn	Frequenza di o_2/o_2 %	Fenotipo cariossidi	Proteina totale %	Lisina %	Triptofano %	Probabile genotipo impollinante
Kajbia	2600	100	a) farinoso	11.4	0.28	0.12	+ / +
Checchi	2700	45	a) vitreo	14.0	0.29	0.13	+ / +
			b) farinoso	13.4	0.33	0.13	
Maiz de tostar	3400	48	a) vitreo	12.6	0.28	0.15	+ / o_2
			b) farinoso	11.0	0.55	0.29	
Cordillera	1500	47	a) vitreo	13.8	0.24	0.11	+ / o_2
			b) farinoso	12.3	0.43	0.23	
Linea tester + / +	—	0	vitreo	13.4	0.28	0.14	+ / +
Linea tester o_2/o_2	—	100	opaco	13.0	0.40	0.24	o_2/o_2

L'endosperma di talune cariossidi ibride o_2 /Cordillera appariva a settori vitrei/opachi.

La loro composizione in aminoacidi critici risultava intermedia tra quelle delle cariossidi vitree ed interamente opache presenti sulla stessa spiga. La presenza di genotipi a mosaico è importante, in quanto secondo PAEZ (1969) e ALEXANDER et al. (1969) l'utilizzazione di modificatori mosaicizzanti potrebbe risultare di grande importanza nella riduzione dei fenomeni negativi di minor peso e di fragilità, rilevabili nella cariossidi opache.

L'elevata frequenza di tipi farinosi e la provata presenza del fattore o_2 in talune razze può forse contribuire a spiegare la prolungata affermazione di una dieta maidica nella ragione, senza che si verificassero fenomeni di carenza proteica come in Europa e USA (pellagra).

VARIAZIONE DEGLI ISOZIMI DELLE RAZZE DI MAIS BOLIVIANE

Lo studio delle frequenze alleliche dei loci degli isozimi è stato utilizzato da diversi autori (STUBER et al, 1977; GOODMAN & STUBER, 1980; GOODMAN et al., 1980; STUBER & GOODMAN, 1983) quale metodo per una classificazione razziale dei mais Latino-Americani. In un lavoro del 1983, GOODMAN & STUBER prendono in esame 31 razze boliviane, analizzandone, tramite elettroforesi, 23 loci di isozimi distribuiti su sette dei dieci cromosomi del mais.

L'analisi della varianza confermò l'esistenza di una variazione maggiore tra razze che tra differenti collezioni delle stesse razze. I dati furono poi interpretati con un'analisi delle componenti maggiori, determinando le distanze tra tutte le coppie di razze ed effettuando un'analisi a grappolo (cluster) delle relazioni.

In base a tali studi, quasi tutte le razze Andine sono state raggruppate insieme, con l'eccezione di Paru (peraltro rappresentata da solo una collezione); al gruppo è stata unita la razza Camba, delle Yungas orientali.

Un altro gruppo, relazionata al precedente, comprende le razze Coroico, originarie dei bassipiani tropicali.

Le razze indigene dei bassopiani: Cholino, Morado, Pojoso, Chico e Yungueño sono state riunite alle razze Coloniali: Argentino, Cafetero e Perola, introdotte probabilmente intorno al XVI secolo.

Dei tre popcorn esaminati, Enano sembra il più simile alle altre razze Boliviane, mentre Pinsackalla non appare strettamente imparentata con i mais locali; ancor più distinto risulta Purito. I risultati di questo studio si correlano particolarmente bene con quelli di RAMIREZ et al. (1960) e da McCLINTOCK (1981), ottenuti dall'esame citogenetico sugli Knob cromosomici. Entrambi i metodi (Isozimi e knobs cromosomici) indicano infatti come la maggior parte dei materiali andini boliviani sia abbastanza strettamente imparentata, nonostante le notevoli differenze morfologiche esistenti.

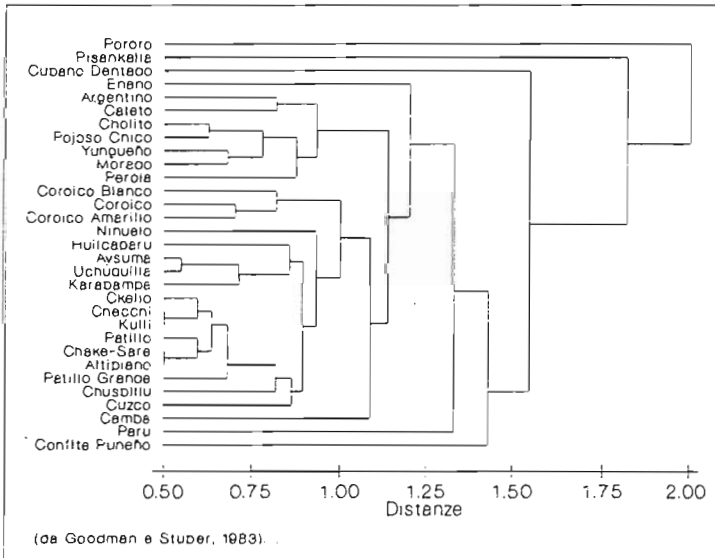


Grafico 7 - Dendrogramma delle razze boliviane secondo GOODMAN

CONCLUSIONI

La geografia, il clima ed il fattore umano agendo insieme o isolatamente sul genotipo del mais hanno determinato, in Bolivia, la formazione di numerose popolazioni locali ed hanno fatto di tale Paese un importante centro di diversificazione e diffusione della specie.

L'altro grado di civiltà agricola, artigianale ed intellettuale dei popoli delle Ande centrali, ha contribuito alla selezione di razze atte alla coltivazione in aree agronomiche molto sfavorevoli (3500-4000 m di altezza).

Le guerre, il commercio, la centralizzazione del potere e la relativa efficienza delle comunicazioni tra questi popoli sin dal lontano passato, hanno contribuito alla disseminazione delle razze in tutta la regione andina come pure all'introduzione ed anche al trasferimento dei tipi vitrei nelle pianure.

Il germoplasma boliviano, attraverso il contributo di varie civiltà agricole, sembra sintetizzare le razze della regione andina centrale.

Particolarmente interessanti appaiono i mais del complesso razziale "Morocho" soprattutto per le strette relazioni intravedibili con altre razze dell'Argentina, del Cile e del Brasile e conseguentemente con i mais del Sud Europa.

D'altra parte la necessità di soddisfare i bisogni delle comunità ha condotto alla formazione di numerose razze specializzate in senso qualitativo, in funzione delle particolarità alimentari delle popolazioni.

Tra queste razze vanno ricordate il Kulli, Chuspillo, Hualtaco, Checchi, Kajbia, Huillcaparu.

L'attuale materiale boliviano consente di rilevare tracce dei diversi interventi delle singole razze nell'evoluzione della specie, ed offre in questo modo la possibilità di ricostruire una probabile filogenia delle attuali razze coltivate (vd. grafico n. 8).

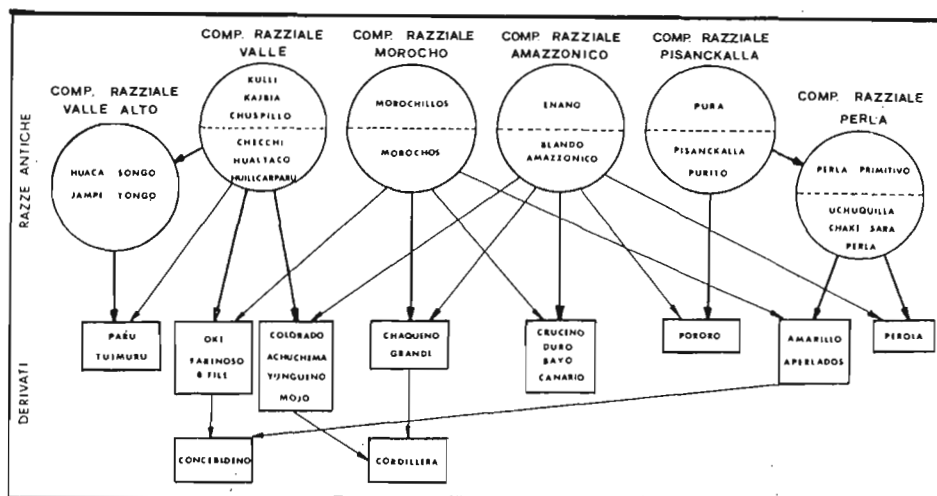


Grafico 8 - Filogenia delle razze antiche e recenti dei mais boliviani

La stretta relazione delle diverse razze di mais con le popolazioni autoctone delle diverse regioni fitogeografiche offre inoltre un'ulteriore interessante serie di informazioni circa l'ipotizzata derivazione filogenetica delle diverse forme attualmente esistenti e consente quindi di ipotizzare le probabili origini attraverso l'analisi delle relazioni interretniche.

Il germoplasma maidico esistente in Bolivia può essere raggruppato nei seguenti complessi razziali:

a) *Complesso razziale Pisanckalla*

E' il mais "everta" delle Ande, ed è composto dalle seguenti razze:

- *Pura* - Forma razziale con caratteri di relativa primitività.
- *Pisanckalla* - Razza diffusa dai 3000 ai 3600 m di altezza, con ovvia riduzione nelle misure di tutte le sue parti.
- *Pasanckalla* - Prevalentemente diffusa nelle vallate mesotermiche, fortemente differenziata in numerose varietà locali a piccolo areale.
- *Purito* - Distribuita nelle regioni subtropicali (Santa Cruz), a 1000-1500 m di altezza.

b) *Complesso razziale Valle Alto*

E' chiamato anche Altiplano ed è tipico della Bolivia; è caratterizzato dalla forma peculiare delle piante e delle spighe. Queste ultime, di solito, sono piccole, con elevato numero di ranghi, con cariossidi profonde, di colori molto vivaci.

E' formata dalle seguenti razze:

- *Huaca songo* - E' una razza di particolare interesse, con piante molto piccole e precoci. Anche le spighe sono piccole, con granella arrotondata.
- *Jampe tongo* - Tipica razza delle zone alte, con granella lunga e appuntita.
- *Paru* - Presenta caratteristiche più simili alle razze del complesso razziale delle valli.

Può considerarsi, con fondamento, derivato dal complesso Valle, per selezione adattiva alle condizioni di elevata altitudine.

c) *Complesso razziale Harinoso del Valle*

Ha relazioni molto strette con il complesso descritto in precedenza e costituisce la frazione più ampia del germoplasma boliviano.

Dalle caratteristiche della granella possiamo dividerlo in quattro gruppi:

1) *Razze a cariossidi farinose, profonda*

- *Kajbia* - Il mais dentato farinoso più evoluto della regione andina.
- *Chuspillo* - Razza tardiva, molto diffusa seppure su piccoli areali, con le cariossidi su.
- *Checchi e Achuchema* - Mais farinosi da tostare, con caratteristica variegazione aleuronica.

2) *Razze a cariossidi farinosa gigante*

- *Harinoso 8 hileras* - Simile per pianta e spiga a forme evolute del Morocho, da cui differisce per la farinosità.
- *Hualtaco* - Analogo al Cuzco, con cariossidi di massima dimensione.
- *Yungueño* - Con manifeste introgresioni di mais dei bassopiani.

3) *Razze e cariossidi farinosa con aleurono neropigmentato*

- *Huillcaparu e derivati* - Estesamente coltivata, usata per tipiche preparazioni alimentari e per la produzione di chicha (birra di mais).

4) *Razze a cariossidi farinosa, colorata*

- *Kulli e derivati* - Con forme talora primitive e specializzazione per la preparazione di bevande, specie Chicha Morada ed Api.

d) *Complesso razziale Morocho*

Di particolare interesse per la sua importanza nell'evoluzione e nella diffusione del mais, non è stato sinora studiato nel giusto rilievo: comprende:

1) *Mais caratteristiche primitive*

- *Karapampa* - Con spighe sottili a granella piccole e dure; con relazioni con i Pisanckalla primitivi.

- *Morochillo* - Forma relativamente primitiva, permette di intravedere relazioni con razze di differenti complessi, forse da esso derivate secondo linee evolutive differenti o divergenti.

- *Morocho Chico* - E' un tipo molto precoce, con spighe ad 8 ranghi.

2) *Mais duri delle vallate mesotermiche*

- *Morocho* - E' la razza più tipica del complesso. Presenta spighe relativamente lunghe e quasi sempre con 8 ranghi.

- *Kellu* - Coltivato nelle valli centrali, ha strette relazioni con i tipi appartenenti ai complessi farinosi. Granella profonda ed ovale.

3) *Mais duri delle pianure orientali*

- *Morocho Grande e Morocho Chaqueño* - Forma indurata, con evidenti influenze dei mais amazonici e guaranitici, rispettivamente.

e) *Complesso razziale Amazonico*

Diffuso in tutto il bacino amazonico; è particolarmente caratterizzato dalla posizione alternata e a mosaico delle cariossidi nelle spighe.

E' composto dalle seguenti razze:

- *Enano (nano) e derivati* - Con spighe e granelle di piccole dimensioni.

- *Blando (tenero) amazonico* - Razza molto interessante, dalle spighe lunghe e sottili, particolare adattamento al clima tropicale umido.

- *Duro Cruceno, Canario e Bayo* - Razze derivate, con evidente introgresione in forme del complesso Morocho.

f) *Complesso razziale Perla*

Ha strette relazioni con il complesso Pisanckalla; è caratterizzato da cariossidi di colore bianco, ed è ampiamente diffuso in Sud America, Europa ed Africa.

Le razze che formano questo complesso possono essere divise in due gruppi:

1) *Perla delle Valli*

- *Huchuquilla* - Razza precoce, ampiamente coltivata nelle vallate mesotermiche centrali.

- *Chaque sara* - Di media precocità, con le cariossidi di forma ovoidale.

- *Perla* - Razza tardiva, coltivata nel sud della Bolivia.

2) *Perla delle Pianure*

- *Perla primitiva* - E' una razza interessante, la cui area di diffusione è molto limitata.

- *Perola* - Presenta evidenti contaminazioni con le razze amazoniche.

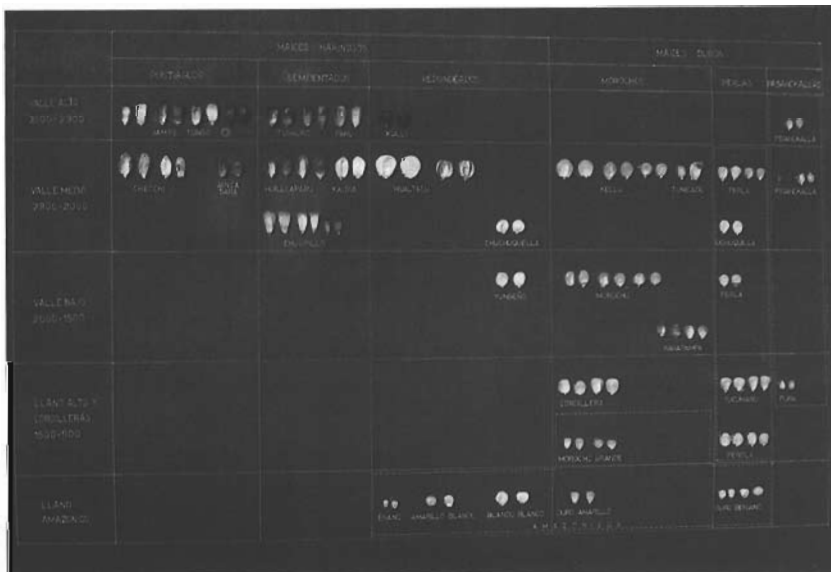
- *Perla Amarillo* - Sono forme derivate dalla contaminazione con il complesso Morocho, con cariossidi giallo chiare traslucide.

g) *Gruppo Cordillera*

Probabile complesso in formazione, ha una diffusione geografica limitata all'area di transizione tra le pianure e le valli. E' composto dalle seguenti razze:

- *Morocho a 14 file* - Ha singolare importanza per le relazioni con i mais Guaranitici.
- *Blanco Mojo* - E' il risultato dell'incrocio di forme dei tre complessi razziali: Harinoso del Valle, Amazonico e Perla.
- *Cordillera* - Razza importante, derivata dall'incrocio di forme farinose del Blanco Mojo con i Morocho 14 file; presenta cariossidi di forma dentata e con caratteristiche agronomiche interessanti.

Dal punto di vista utilitario, la collezione boliviana può essere usata utilmente come fonte di materiale genetico sia attraverso l'ibridazione fra linee omozigote sia per l'incorporazione di alcuni caratteri di grande interesse attuale: (resistenza, precocità, adattamento, ecc.) da altre razze, e particolarmente nel miglioramento delle razze farinose nelle zone delle valli e la formazione di nuove varietà sintetiche capaci di adattarsi alle nuove aree di colonizzazione.



Tipi di granella di razze caratteristiche delle diverse regioni agricole della Bolivia.

CAPITOLO III

Descrizione delle razze boliviane di mais*Compl. Pisanckalla*

- 1a Pura
- 1b Pisanckalla
- 1c Pisanckalla
- 1d Purito

Compl. Valle Alto

- 2a Huaca songo
- 2b Jampe tongo
- 2c Paru

Compl. Harinoso del Valle

- 3a Kajbia
- 3b Chuspillo
- 3c Checchi
- 3d Harinoso 8 hileras
- 3 - Achuchema
- 3e Hualtaco
- 3f Blanco yungueño
- 3g Huillcaparu
- 3h Kellu Huillcaparu
- 3i Concebideño
- 3l Tuimuru
- 3m Kulli
- 3n Aizuma
- 3o Oke
- 3p Colorado

Compl. Morocho

- 4a Karapampa
- 4b Morochillo de Tarija
- 4c Morocho chico
- 4d Morocho 8 hileras
- 4e Kellu
- 4f Morocho grande
- 4g Morocho chaqueño

Compl. Amazonico

- 5a Enano e duro beniano
- 5b Blando amazonico
- 5c Duro amazonico
- 5d Blando Cruceno
- 5e Bayo
- 5f Canario

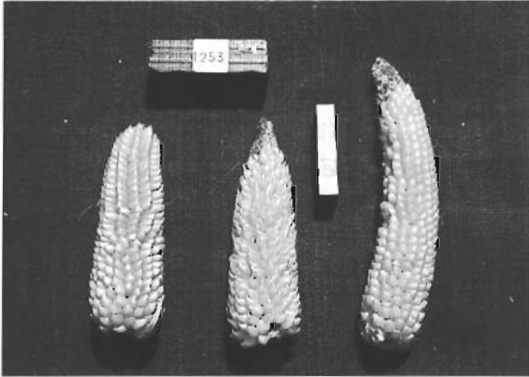
Compl. Perla

- 6a Uchuquilla
- 6b Chake sara
- 6c Perla
- 6d Aperlado
- 6e Perola
- 6f Perla primitivo de los llanos
- 6g Perla amarillo

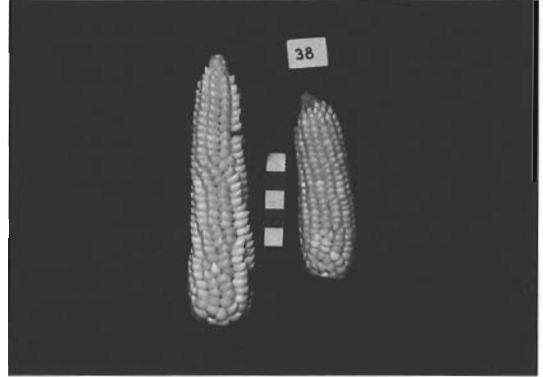
Gruppo Cordillera

- 7a Morocho 14 hileras
- 7b Blanco mojo
- 7c Cordillera

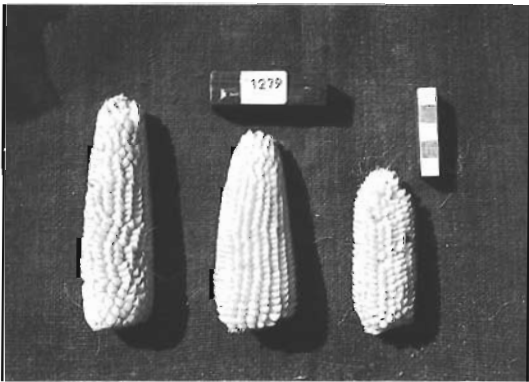
PISANCKALLA



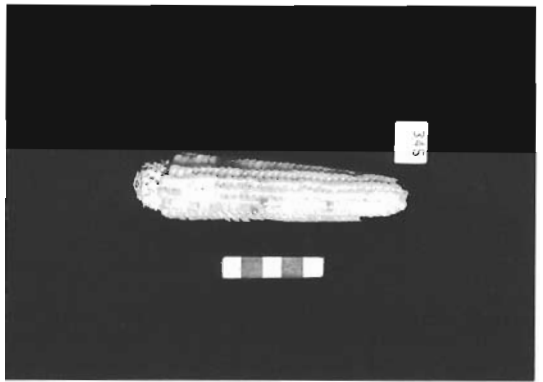
1a Pura



1b Pisanckalla



1c Pisanckalla



1d Purito

COMPLESSO RAZZIALE: PISANCKALLA

E' di grande interesse per la sua ampia diffusione nei più vari ambienti e per la sua spiccata affinità alle forme primitive, di cui costituisce una linea evolutiva nel gruppo Everta, e di cui conserva le cariossidi molto piccole, appuntite, completamente vitree.

Distribuzione geografica

Complesso razziale molto diffuso ma non coltivato su ampie superfici è distribuito principalmente nella zona andina della Bolivia, ma si incontra, con minore frequenza, nelle pianure della regione orientale.

L'area di distribuzione al di fuori della Bolivia comprende l'intera Cordigliera Andina ed i limitrofi bassopiani, nell'Ecuador (TIMOTHY e Coll., 1963; BRANDOLINI, 1964), nel Perù (GROBMAN, 1961), nel Cile (GOODMAN e BROWN, 1988; TIMOTHY e Coll., 1961), nell'Argentina (GIROLA, 1919) nel Brasile (PATERNIANI e GOODMAN, 1978) e nel Paraguay (BRIEGER, 1958).

Caratteristiche generali

Piante piccole, con predisposizione a formare polloni abbondanti; generalmente precoci, con scarso numero di foglie, corte e strette. Si può rilevare una correlazione inversa tra l'altezza delle piante ed il numero dei polloni.

Spighe piccole o medie, sottili, di solito con 12-16 file, talora con tendenza alla fasciazione.

Cariossidi solitamente acuminate, molto piccole, vitree, di consistenza molto dura.

Caratteristiche citogenetiche

Si è osservato in questo complesso un maggior numero di "knob" cromosomici e di cromosomi B. E' comune per le razze di questo complesso uno "Knob" nel braccio lungo del cromosoma 7; sono pure presenti "Knob" cromosomici nei bracci lunghi dei cromosomi 2 e 6, in quest'ultimo caso generalmente di ridotte dimensioni. Il numero dei "Knob" di questo complesso varia tra 2 e 7, con frequenza media 4.

Razze che integrano il complesso

Nelle regioni delle Vallate mediane è diffusa la razza descritta col nome di "Pisanckalla", denominazione quechua, che significa "Mais che scoppia"; questa razza è conosciuta anche con i nomi di "Periquito", "Chillasara" e "Pisincho". La denominazione di "Chillasara", tradotta dal quéchua, significa "Mais piccolo".

Nel dipartimento di La Paz, principalmente a nord e nella zona del Titicaca, si può identificare un'altra forma razziale, indicata con il nome di "Pasanckalla", caratterizzata da adattamento specifico alle regioni alte.

La forma razziale descritta sotto il nome di "Purito", con cariossidi talora rotondeggianti, presenta un'area di distribuzione nel dipartimento di Santa Cruz. Il suo nome deriva dalla forma a sigaro (Purito) e dall'abitudine di preparare per la festa della "Purísima Concepcion" confetti a base di questo mais.

Nella regione nord-orientale dalla Bolivia esiste una varietà denominata "Pororo", originata da un recente incrocio tra il Purito ed un "Perla" delle pianure orientali.

RAZZA	PURA	PASANCKALLA	PISANCKALLA	PURITO
<i>Areale</i>	molto limitato, fino ad ora rilevato solo nel dipartimento di Tarija.	nelle vallate alte del dipartimento di La Paz e nelle zone temperate presso il lago Titicaca.	nelle vallate interandine meso-termiche	nel dipartimento di Santa Cruz e con minore frequenza nel Beni e nella provincia del Chaco di Tarija.
<i>Altitudine</i>	1000-2000 m/slm	3000-3600 m/slm	2000-3000 m/slm	400/1200 m/slm
<i>Caratteristiche</i>				
<i>Antesi</i>	76 gg	85 gg	88 gg	90 gg
<i>Pianta</i>	bassa, con scarso numero di foglie e indice di venatura piuttosto elevata.	bassa, mediamente tardiva, con numerosi polloni, scarso numero di foglie e alto indice di venatura.	bassa, qualche volta con polloni, scarso numero di foglie, indice medio di venatura; periodo vegetativo correlato con l'altitudine dei differenti habitat.	media o bassa, con abbondante o media quantità di foglie e con 2 o 3 spighe.
<i>Spiga</i>	lunghezza media, di forma conica od ovoidale, con 12 ranghi.	piccola, di forma cilindrico-conica con 16 ranghi.	media, di forma cilindrico-conica, con 16-18 ranghi.	media o lunga, di forma cilindrica, con 16-18 ranghi, ordinati su un tutolo sottile.
<i>Cariosside</i>	piccola, fortemente acuminata con endosperma vitreo.	piccola, fortemente acuminata, di consistenza vitrea.	piccola, acuminata, di consistenza vitrea.	piccola, acuminata, di consistenza vitrea.
<i>Relazioni</i>	presenta caratteristiche primitive della pianta, della spiga e della cariosside che la fanno ritenere vicina ai tipi originari, da cui si sono diversificati i mais andini.	spiccate doti di adattamento ai climi freddi delle regioni alte.	molto frequente e multiforme, la relazione alla diversificazione orografica del Paese.	in evidente relazione con tipi simili del Paraguay. Adattamento particolare ai climi caldo-umidi delle regioni subtropicali.
<i>Foto</i>	1a	1b	1c	1d
<i>Grafico</i>	9	9	9	9

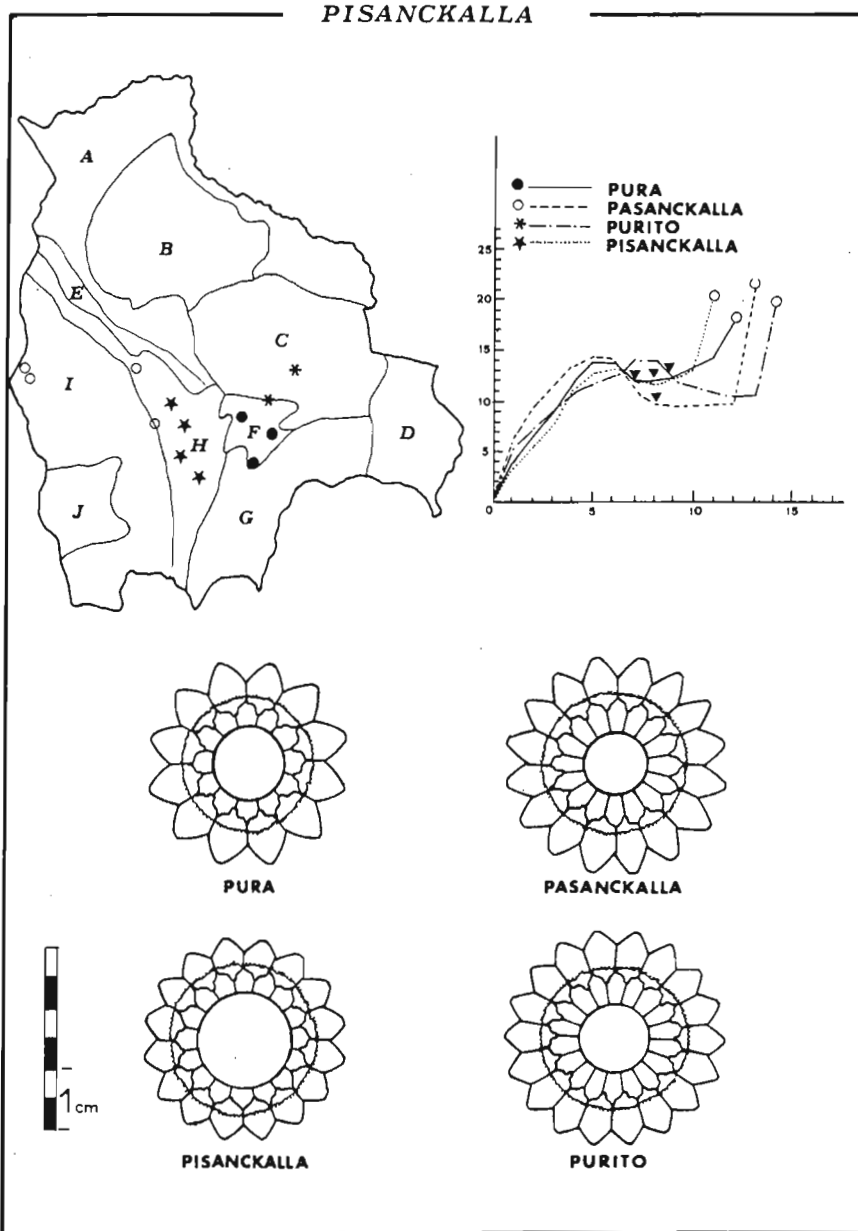
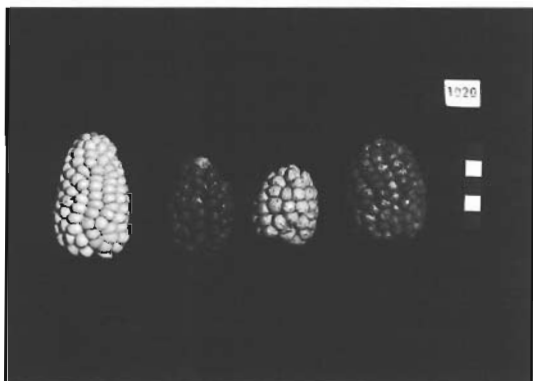
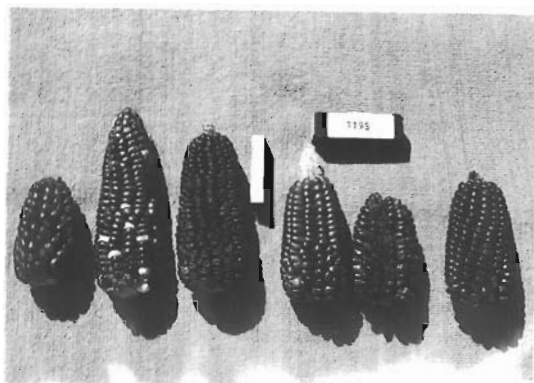


Grafico 9 - Compl. Pisanckalla: diagrammi e diffusione.

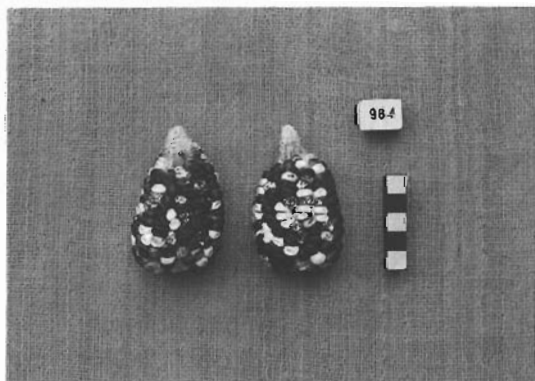
VALLE ALTO



2a Huaca songo



2b Jampe tongo



2c Paru

COMPLESSO RAZZIALE: VALLE ALTO

CUTLER (1946) ha descritto questo complesso con il nome di "Maiz Altiplano". In seguito questo stesso nome è stato usato da RAMIREZ e Coll. (1960) per descrivere una razza che presenta l'areale di distribuzione nelle zone alte della Bolivia e da RODRIGUEZ e AVILA (1964) per denominare tutte le razze delle zone alte, sotto il nome di "Complesso razziale Altiplano".

Per il presente lavoro abbiamo considerato maggiormente adatto il nome di "Complesso razziale Valle alto", anziché "Altiplano", perché l'areale di coltivazione si estende a tutte le vallate alte ed ai pendii delle montagne e delle zone temperate vicino al lago Titicaca. Tutte queste zone non corrispondono al tipo ecologico e climatico dell'Altiplano boliviano propriamente detto.

Distribuzione geografica

In Bolivia è diffuso nelle vallate alte, sui pendii delle montagne e nelle zone vicine al lago Titicaca, intorno ai 2500-3800 m di altezza.

A nord l'area di distribuzione arriva fino alle zone andine del Perù e dell'Ecuador ed al sud raggiunge il Cile e l'Argentina settentrionale.

Caratteristiche generali

Piante basse, con guaine di color porpora o rosse, con scarsa quantità di foglie, prive di polloni, con indice di venatura medio-alto.

Spighe piccole o medie, di forma cilindrico-conica o conica con 14-18 ranghi.

Cariossidi lunghe, strette, acuminate nella maggior parte delle razze; generalmente colorate e di consistenza molto farinosa.

Caratteristiche citogenetiche

Molto simili a quelle del complesso razziale farinoso delle valli mesotermiche.

Relazioni con altri complessi razziali

Questo complesso razziale è il risultato degli sforzi dell'uomo per adattare il mais alle zone molto alte.

Attualmente è difficile distinguere le caratteristiche morfologiche direttamente derivate dalle razze di origine da quelle pseudo-involutive, acquisite nel processo di adattamento all'ambiente estremo di coltivazione.

Ha strette relazioni filogenetiche con alcune razze del complesso razziale Harinoso del Valle, soprattutto con il Kulli, con il Checchi e con il Kajbia. Si può anche osservare una recente introgressione del Pisanckalla.

GOODMAN e BROWN (1988) attribuiscono alla razza Jampe tongo (Confite puneño) relazioni strette con la razza Patillo.

Razze incluse nel complesso razziale

Compongono questo complesso le razze Huaca songo, Jampe tongo e Paru.

RAZZA	HUACA SONGO	JAMPE TONGO	PARU
<i>Areale</i>	diffuso nelle vallate alte dell'intero Paese.	prevalentemente nel dipartimento di La Paz: si può trovare anche, con minore frequenza, nei dipartimenti di Potosi, Chuquisaca e Cochabamba.	coltivato nei dipartimenti di La Paz, Potos, Chuquisaca e Cochabamba.
<i>Altitudine</i>	2800-3500 m/slm	2000-3000 m/slm	2600-3400 m/slm
<i>Caratteristiche</i>			
<i>Antesi</i>	75 gg	97 gg	97 gg
<i>Pianta</i>	bassa, con scarso numero di foglie, alto indice di venatura.	altezza media o bassa, tardiva, con 14-16 ranghi.	alta, con pigmentazione di colore porpora o rosso.
<i>Spiga</i>	corta, conica, con 14 ranghi.	piccola o media, di forma conica, con 14-16 ranghi.	media o piccola, di forma conica, con 14-18 ranghi.
<i>Cariosside</i>	profonda, di colore variegato e di consistenza, farinosa, corona arrotondata.	profonda, di forma acuminata, con aleurone di color porpora o macchiato, di consistenza farinosa.	lunga, acuminata, di colore rosso, di solito con la parte apicale bianca, di consistenza farinosa.
<i>Relazioni</i>	forma precoce, con adattamento specifico alle Valli superiori, derivata da antiche forme a granella arrotondata del Valle.	relazione con Kajbia ad introgresione del Pasanckalla. La denominazione, in Aimara significa mais (Tongo) lo stato (Jampe).	attendibilmente derivata da un ibridazione tra le razze Jampe tongo e Kajbia.
<i>Foto</i>	2a	2b	2c
<i>Grafico</i>	10	10	10

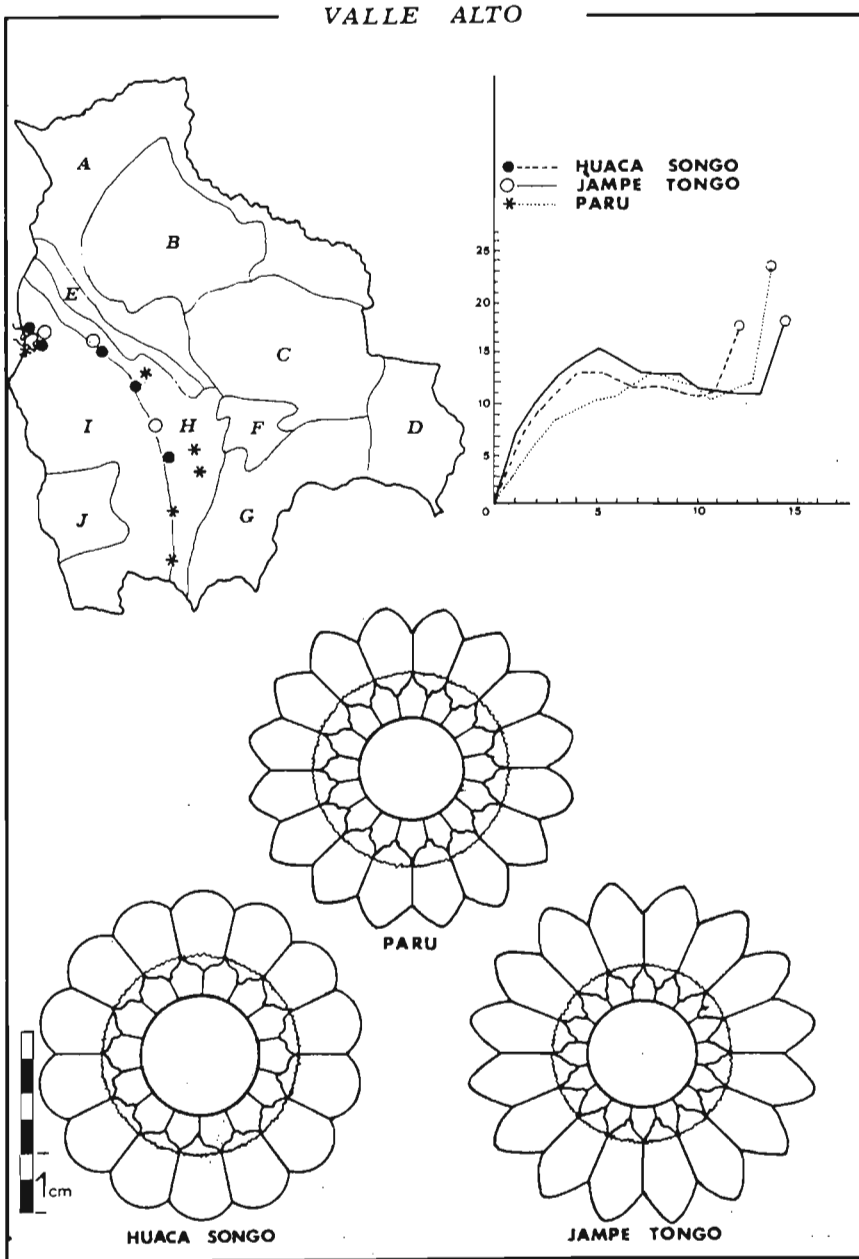
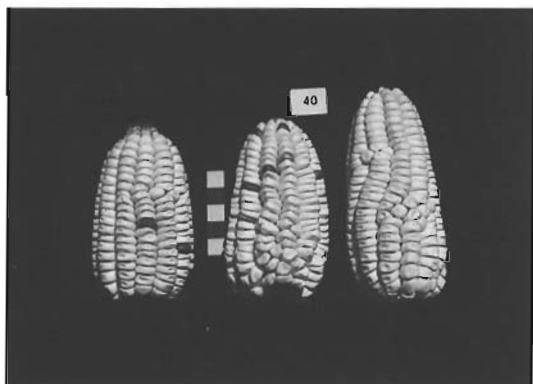
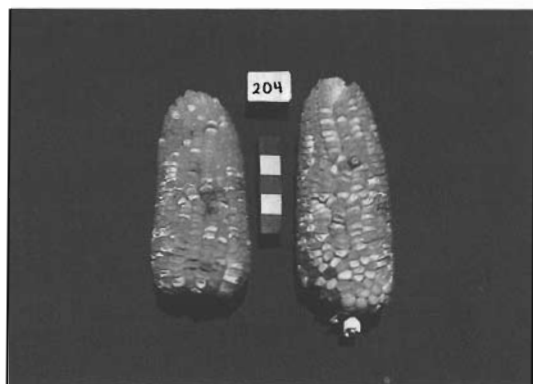


Grafico 10 - Compl. Valle Alto: diagrammi e diffusione.

HARINOSO DEL VALLE



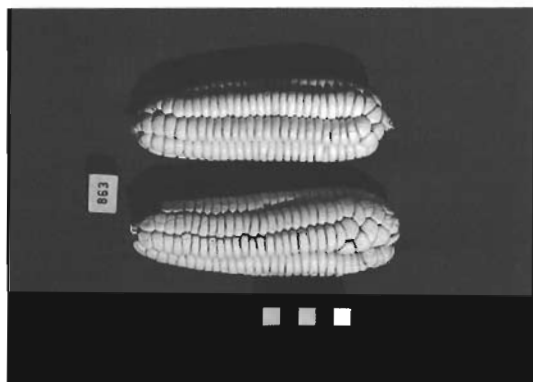
3a Kaibja



3b Chuspillo



3c Checchi



3d Harinoso 8 hileras



3e Hualtaco



3f Blanco yungueño

COMPLESSO RAZZIALE: HARINOSO DEL VALLE

CUTLER (1946) ha descritto le forme principali di questo complesso razziale sotto il nome di "Valle" e "Cuzco".

Le razze componenti, in seguito, furono descritte da BRIEGER e Coll. (1958), NICHOLSON (s.d.), RAMIREZ e Coll. (1960), GROBMAN e Coll. (1961) e TIMOTHY e Coll. (1961).

Distribuzione geografica

E' distribuito in tutte le valli interandine di clima temperato, con altitudine da 2000 a 3000 m s.l.m., soprattutto nell'area di influenza incaica; tale area comprende oltre a quelle boliviane, anche le vallate mesotermiche intermedie peruviano-cilene e dell'Argentina settentrionale.

Caratteristiche generali

Le piante sono di altezza diversa, di colore prevalente "sun red", con pochi polloni e con il culmo generalmente zuccherino.

Le spighe sono di lunghezza media, di diametro consistente, con numero di ranghi variabile: da 8 a 20, in relazione alla razza specifica.

Le cariossidi sono farinose, di tre diverse forme:

- isodiametriche, di lunghezza media: soprattutto nella razza Kulli e derivati;
- profonde ed ovalizzate nelle razze Huillcaparu, Checchi, Chuspillo, ecc.;
- di grande dimensione nelle razze Cuzco e Harinoso di 8 file.

Caratteristiche citogenetiche

Le diverse razze offrono un quadro caratteristico ed omogeneo.

Il numero di "Knob" oscilla tra 0 e 2: il più comune è nel braccio lungo del cromosoma 7.

Occasionalmente alcuni individui presentano un alto numero di cromosomi B.

Relazioni con altri complessi razziali

E' molto difficile stabilire l'origine di questo complesso razziale, perché di antica formazione: nei reperti archeologici delle culture anteriori alla civiltà Inca si sono infatti trovate rappresentazioni in alto rilievo di spighe con caratteristiche tipiche di questo complesso.

Si ipotizza uno specifico processo evolutivo, con partenza da tipi simili all'attuale varietà "Kajeño", che, attraverso una successione di incroci e selezioni, avrebbe dato luogo a forme primitive dei mais farinosi a cariossidi grande. La selezione dell'uomo nei confronti della struttura della cariossidi appare coscientemente indirizzata verso la formazione di tipi di facile molitura o per l'utilizzazione allo stadio di consistenza plastica della granella.

Indubbiamente a questo processo di differenziazione ha contribuito in modo prevalente, il frazionamento orografico della zona di origine, che ha facilitato grandemente la stabilizzazione dei diversi ecotipi nelle numerose vallate trasversali del sistema andino.

Le diverse razze presentano caratteristiche di adattamento preferenziale alle singole valli di origine; se trasportate in altra zona, appaiono suscettibili ad attacchi dei diversi agenti patogeni endemici. Sono qui presentate suddivise in 4 gruppi:

- 1) a cariossidi profonda, farinosa: Kajbia Checchi, Chuspillo e derivati
- 2) a cariossidi farinosa grande: Hualtaco e Farinosi delle valli.
- 3) a cariossidi farinosa, neropigmentata: Huillcaparu e derivati
- 4) a cariossidi colorata: Kulli e derivati.

COMPLESSO RAZZIALE: HARINOSO DEL VALLE:

a) GRUPPO A CARIOSSIDE PROFONDA

8

RAZZA	KAJBIA	CHUSPILLO	CHECCHI	ACHUCHEMA
<i>Areale</i>	coltivata nel dipartimento di Chuquiaca è presente anche nel Cile settentrionale e nella valle di Humahuaca, nelle Ande argentine.	diffusa nelle vallate interandine della Bolivia; l'areale di distribuzione si estende al nord, nelle vallate peruviane, e verso sud, nel Cile e nell'Argentina settentrionale.	in tutte le valli interandine, in coltivazioni per uso alimentare familiare, dopo tostatura.	coltivate essenzialmente nell'area di transizione tra le valli e le pianure, quale forma di adattamento delle precedenti.
<i>Altitudine</i>	2200-3000 m/slm	2000-3500 m/slm	2000-3000 m/slm	1000-1500 m/slm
<i>Caratteristiche</i>				
<i>Antesi</i>	80-100 gg	90-130 gg	75-105 gg	90-120 gg
<i>Pianta</i>	medio-bassa, con media o scarsa quantità di fogliame, con indice di venatura medio o basso.	bassa, nelle forme primitive e alte nelle forme più tardive; indice di venatura medio o basso.	media o bassa con scarso numero di foglie, privi di polloni.	di altezza media, con abbondanti quantità di foglie ed alto indice di venatura.
<i>Spiga</i>	di lunghezza media, di forma cilindro-conica, con 12 ranghi.	media o piccola, di forma cilindro-conica, con 16-22 ranghi.	media o piccola di forma cilindro-conica, con 12-14 ranghi.	forma cilindro-conica o conica, di lunghezza media o corta con 18 ranghi.
<i>Cariosside</i>	grossa, di colore bianco, di consistenza farinosa.	lunga, di tipo dolce (<u>su</u>), di colore giallo o bianco.	lunga, generalmente acuminata, di colore macchiato e di consistenza molto tenera.	piccola, macchiata, di consistenza farinosa.
<i>Relazioni</i>	ha strette relazioni con le razze del complesso Valle Alto e con alcune forme della razza Chuspillo.	si possono rilevare tre diverse derivazioni: a) per mutazione di mais primitivo; b) per mutazione di una forma razziale più recente; c) per ibridazione.	razza molto specializzata con numerose caratteristiche peculiari della cariosside e della spiga. Esistono forme diverse in relazione ad una specializzazione per adattamento alle diverse condizioni.	probabilmente derivata dalle ibridazioni naturali tra il Checchi ed alcune forme del complesso Amazonico.
<i>Foto</i>	3a	3b	3c	—
<i>Grafico</i>	11	11	11	11

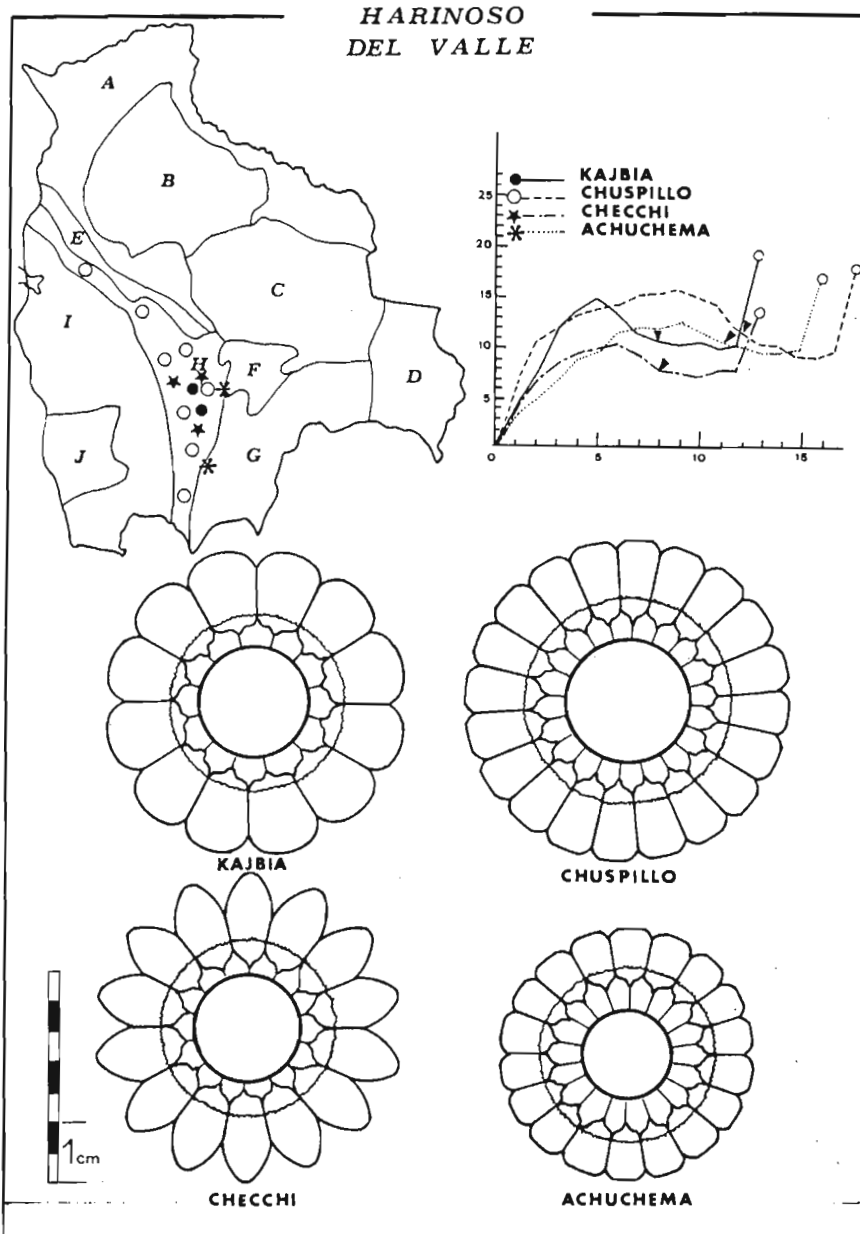


Grafico 11 - Compl. Harinoso del Valle: diagrammi e diffusione.

COMPLESSO RAZZIALE: HARINOSO DEL VALLE:
b) FARINOSI DI GRANO GIGANTE, BIANCO O GIALLO

66

RAZZA	HARINOSO DE 8 HILERAS	HUALTACO	BLANCO YUNGUENO
<i>Areale</i>	attualmente diffuso in tutta l'America andina, e coltivato molto estesamente più delle Hualtaco nello stesso areale del Morocho.	in tutte le vallate interandine. Però principalmente nel dipartimento di Cochabamba l'areale si estende anche a talune zone del Perù, dell'Ecuador e dell'Argentina settentrionale.	prevalente sui versanti orientali delle Ande, nelle zone denominate Yungas.
<i>Altitudine</i>	2000-3000 m/slm	2000-3000 m/slm	1000-2500 m/slm
<i>Caratteristiche</i>			
<i>Antesi</i>	90-120 gg	80-120 gg	75-100 gg
<i>Pianta</i>	alta o media, con abbondante quantità di fogliame.	alta o media, tardiva, di colore <u>"sunred"</u> .	piante alte, tardive, con abbondante quantità di polloni.
<i>Spiga</i>	di lunghezza media, di forma cilindrica, 8-10 ranghi.	di media lunghezza, di forma cilindro-conica, con 10-12 ranghi.	medie, di forma cilindrica, con 16-18 ranghi.
<i>Cariosside</i>	grande, farinosa, di colore giallo.	molto grande, di colore bianco e di consistenza farinosa.	media, di colore bianco, di consistenza farinosa.
<i>Relazioni</i>	ha caratteristiche simili a quella di alcune forme del complesso Morocho e intermedio tra queste ultime e quelle dell'Hualtaco.	è stata descritta da Cutler (1946) e da Ramirez e Coll. (1961) con i nomi di "Cuzco" e "Cuzco boliviano". La diffusione di questa razza è attribuibile principalmente alla dominazione Inca.	probabilmente ha avuto origine dal risultato della contaminazione delle razze Hualtaco e Kajibia con i mais amazzonici.
<i>Foto</i>	3d	3e	3f
<i>Grafico</i>	12	12	12

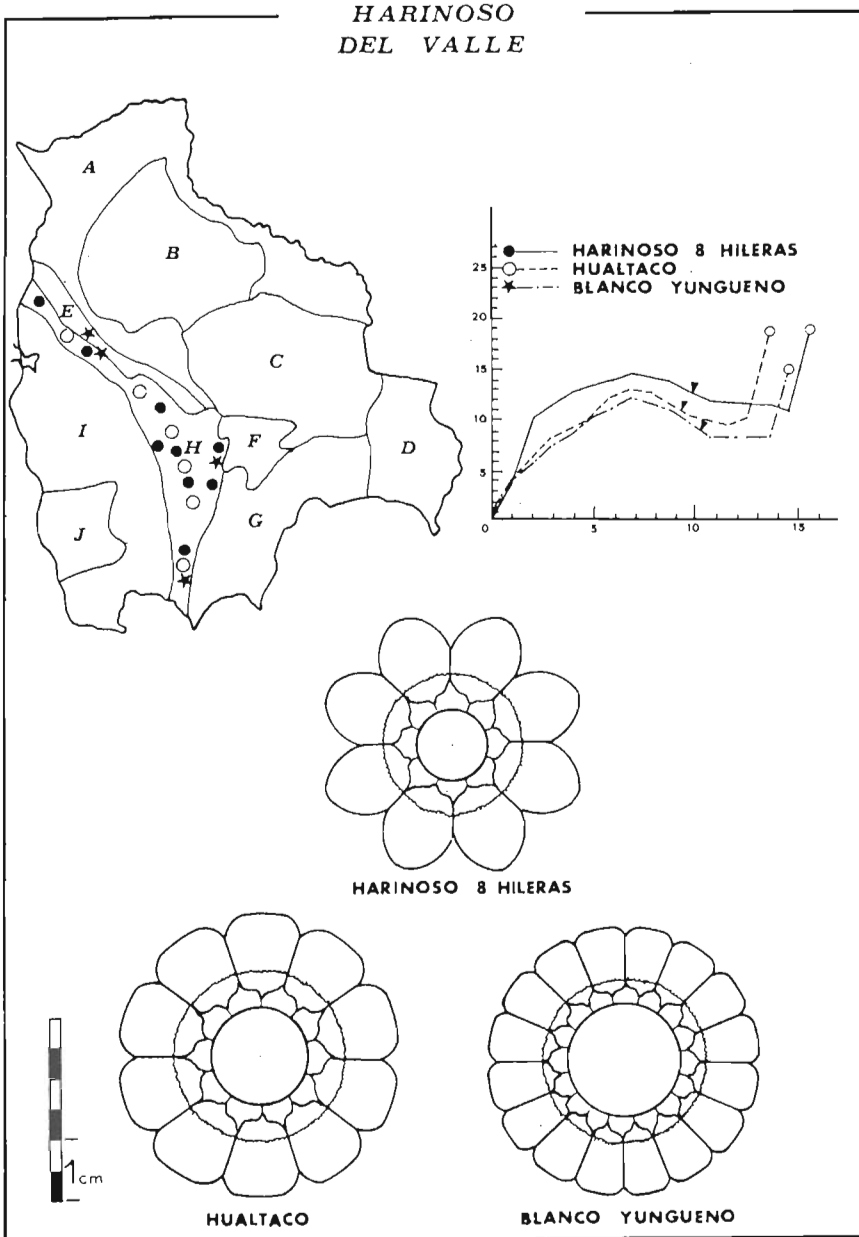


Grafico 12 - Compl. Harinoso del Valle: diagrammi e diffusione.

COMPLESSO RAZZIALE: HARINOSO DEL VALLE:

c) PIGMENTATI: HUILLCAPARU E DERIVATI

70

RAZZA	HUILLCAPARU	KELLU HUILLCAPARU	CONCEBIDENO	TUIMURU
<i>Areale</i>	molto coltivata nelle valli del dipartimento di Cochabamba.	coltivata principalmente nelle valli centrali.	si trova prevalentemente nel dipartimento di Cochabamba.	una delle forme di maggior rendimento nelle vallate alte, con esigenze edafoclimatiche molto particolari.
<i>Altitudine</i>	2000-2800 m/slm	2400-2800 m/slm	2000-3000 m/slm	2600-3400 m/slm
<i>Caratteristiche</i>				
<i>Antesi</i>	100-120 gg	95-120 gg	75-100 gg	75-95 gg
<i>Pianta</i>	alta, tardiva, con abbondante quantità di foglie, senza polloni, con indice medio di venatura.	alta, con abbondante quantità di foglie.	altezza variabile e di media precocità.	mediamente bassa, con scarsa quantità di foglie.
<i>Spiga</i>	lunghezza media; grossa, con 14-18 ranghi,	lunghezza media; forma cilindrica, con 10-16 ranghi.	lunghezza media; forma cilindrica con 12-14 ranghi.	lunghezza media; forma cilindrica, con 14-16 ranghi.
<i>Cariosside</i>	profonda; forma semidentata, colore grigiastro e di consistenza semi farinosa o farinosa.	lunghezza media o lunga; consistenza semifarinosa e colore grigio o giallo. Talora cariossidi con più di uno strato di cellule aleuroniche.	lunghezza media; colore grigio e giallo, consistenza semivitea o semifarinosa.	grande, di solito dentata; colore rosso e consistenza farinosa.
<i>Relazioni</i>	strettamente localizzato nelle valli mesotermiche, della cui maiscoltura alimentare costituisce il fondamento: Preesisteva alla colonizzazione spagnola. Etimo: Huillca(capo)paru.	l'origine di questa razza può essere attribuita all'ibridazione naturale tra il Kellu ed il Huillcaparu.	risultato dalla contaminazione tra il Kellu Huillcaparu con le Uchuquilla; di questa ultima razza è prevalsa principalmente la precocità insieme ad alcuni caratteri morfologici.	derivante dall'ibridazione tra le razze del Valle Alto e Huillcaparu.
<i>Foto</i>	3g	3h	3i	3l
<i>Grafico</i>	13	13	13	13

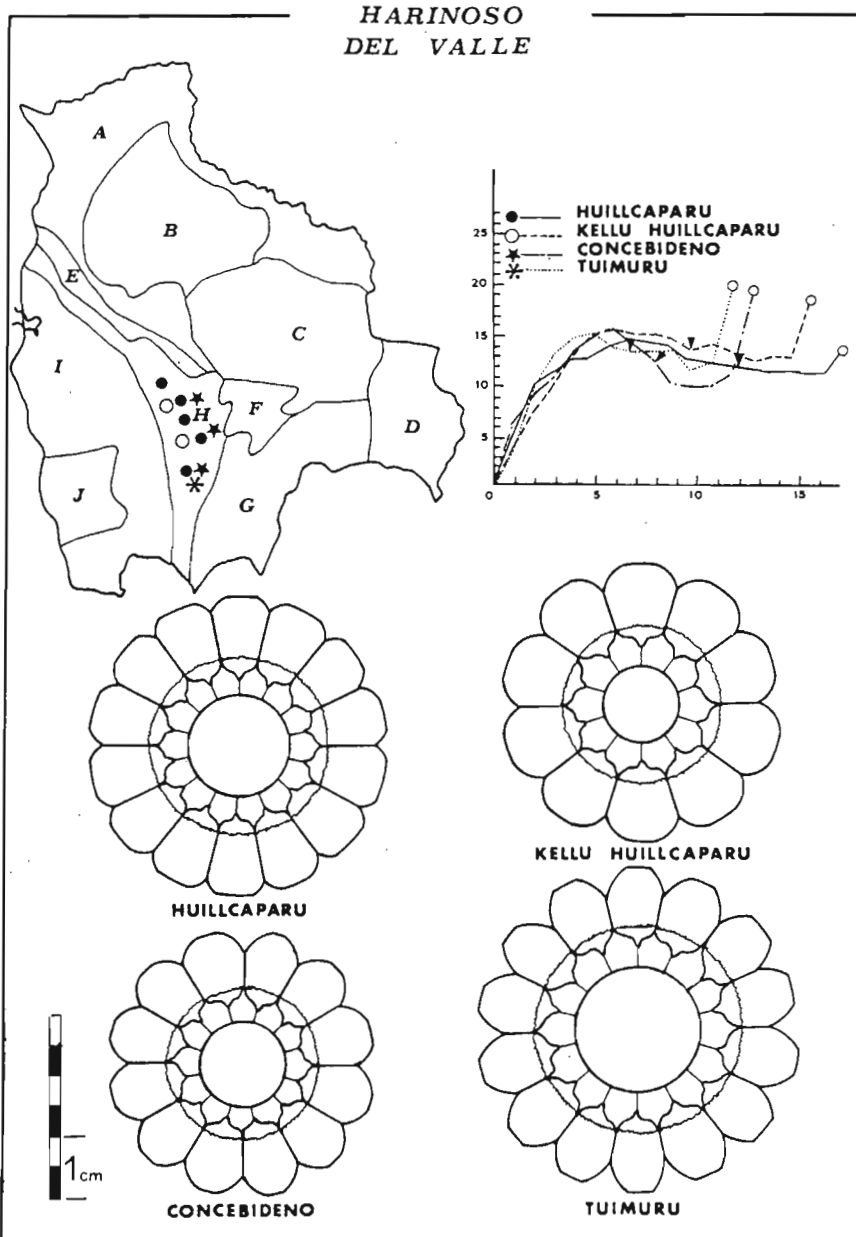
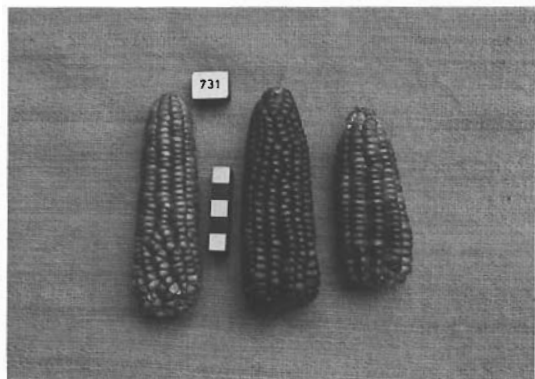
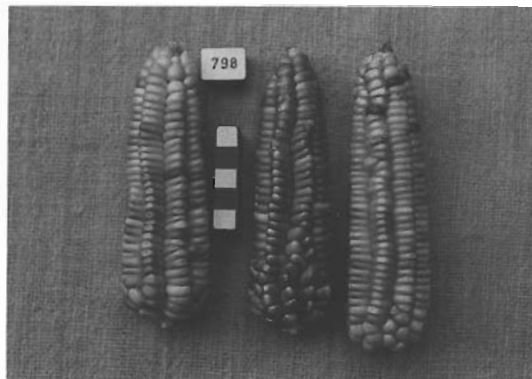


Grafico 13 - Compl. Harinoso del Valle: diagrammi e diffusione.

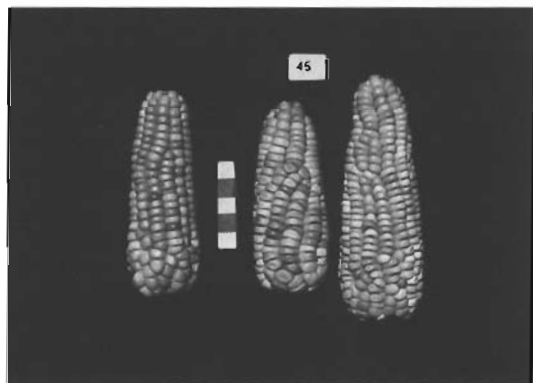
HARINOSO DEL VALLE



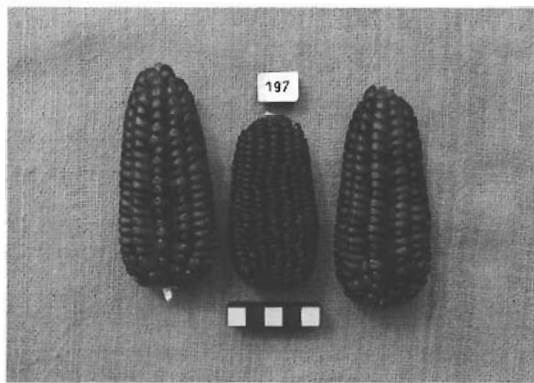
3g Huillcaparu



3h Kellu Huillcaparu

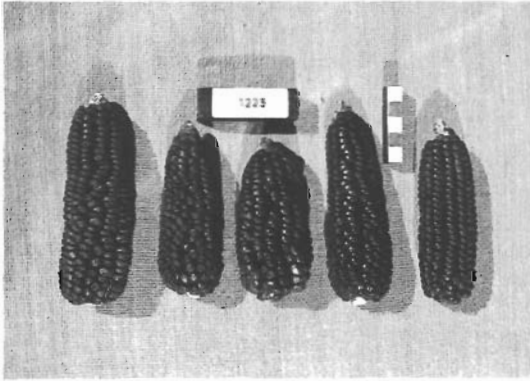


3i Concebideño

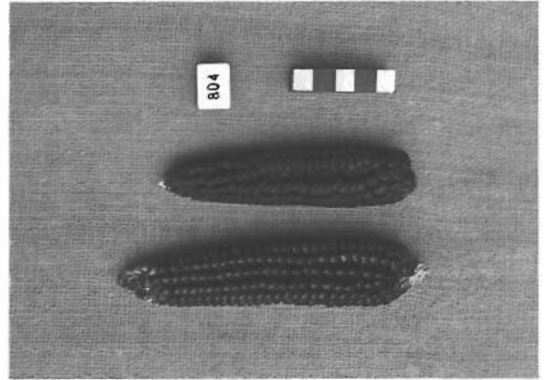


3l Tuimuru

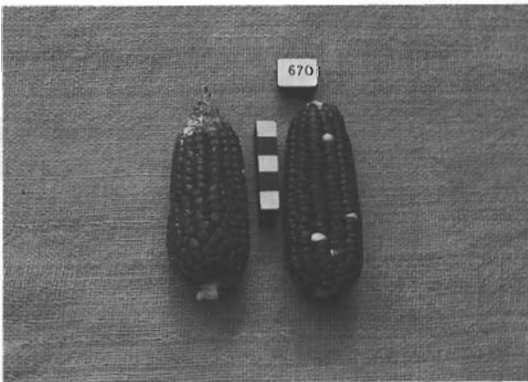
HARINOSO DEL VALLE



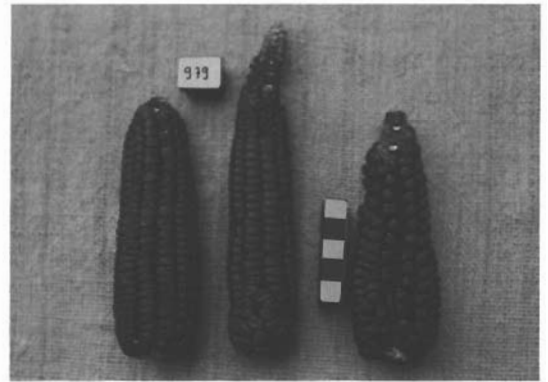
3m Kulli



3n Ayzuma



3o Oke



3p Colorado

COMPLESSO RAZZIALE: HARINOSO DEL VALLE

d) KULLI E DERIVATI A CARIOSSIDE PIGMENTATA

RAZZA	KULLI	AIZUMA	OKE	COLORADO
<i>Areale</i>	diffuso in tutte le valli interandine. L'areale di coltivazione si estende a nord nel Perù e a sud nell'Argentina settentrionale.	diffusa nelle vallate mesotermiche, in piccoli areali in cui sostituisce il Kulli.	sporadica nelle valli del sud della Bolivia e del nord dell'Argentina. BRIEGER e Coll. (1958) hanno descritto questa razza in materia proveniente da Humahuaca.	distribuita nelle vallate meridionali della Bolivia e nelle Yungas.
<i>Altitudine</i>	2000-3400 m/lsm	2000-3000 m/lsm	2000-2500 m/lsm	1000-2000 m/lsm
<i>Caratteristiche Antesi</i>	70-110 gg	100-130 gg	95-115 gg	100-130 gg
<i>Pianta</i>	altezza media, con scarso numero di foglie, di colore quasi sempre porpora, con alto indice di venatura medio od alto.	altezza media, di colore porpora e rosso, di media precocità, con indice di venatura medio od alto.	alta e media, con abbondante quantità di fogliame, con indice medio di venatura.	altezza media, di colore rosso e porpora, con basso indice di venatura.
<i>Spiga</i>	media o piccola, di forma conica o cilindro-conica, con 10-14 ranghi.	lunghezza media, forma cilindrica con 8-12 ranghi.	piccola di forma cilindrica ed ovoidale, di solito con 10 ranghi.	lunghezza media, con 10 ranghi.
<i>Cariosside</i>	lunga, forma ovoidale, di colore nero intenso e di consistenza farinosa.	medie o grandi, di colore rosso intenso o nero e consistenza farinosa.	forma rotonda; colore grigio e consistenza farinosa.	lunghezza media, colore rosso, forma rotonda e consistenza variabile.
<i>Relazioni</i>	razza primitiva, diffusa nell'intera regione andina, con speciale utilizzazione nella preparazione della Chicha morada e la mazamorra.	sembra derivare da contaminazione del Kulli con Kellu o Morocho.	derivata dall'incrocio del Kulli con Huilcaparu.	derivata dall'incrocio del Kulli con Morocho grande.
<i>Foto</i>	3m	3n	3o	3p
<i>Grafico</i>	14	14	14	14

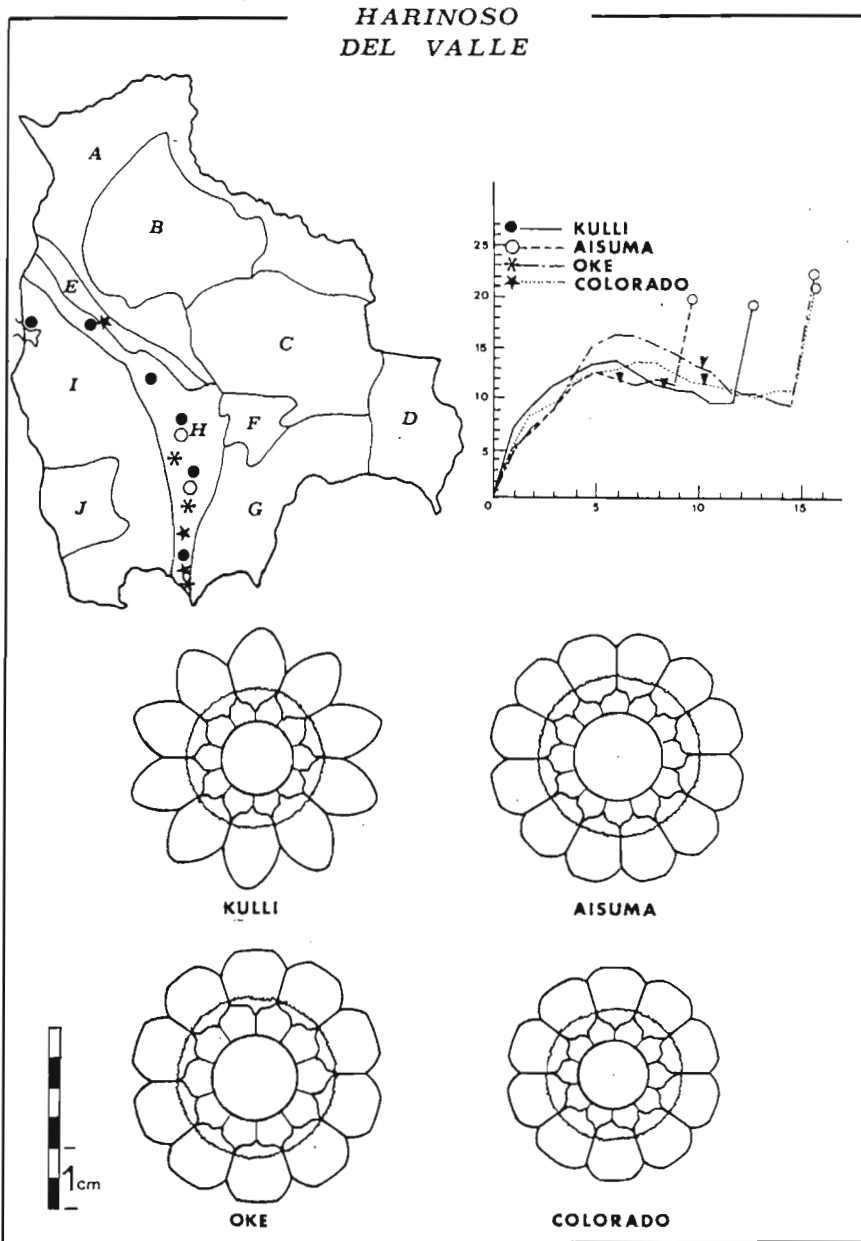
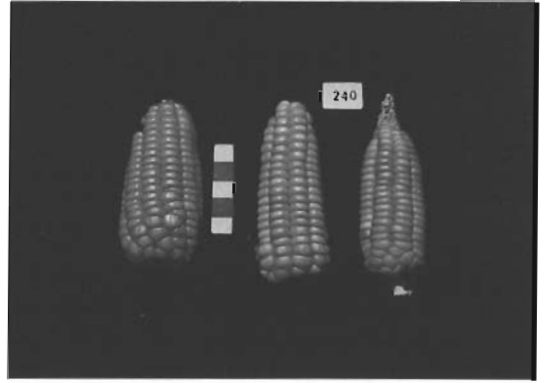


Grafico 14 - Compl. Harinoso del Valle: diagrammi e diffusione.

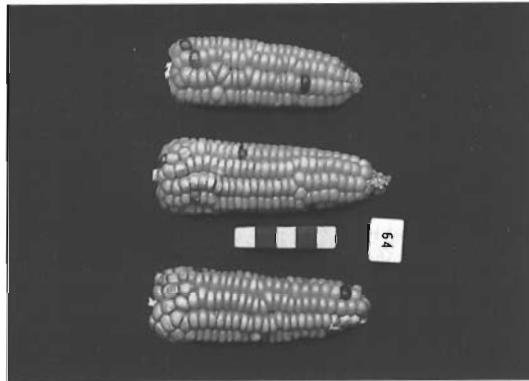
MOROCHO



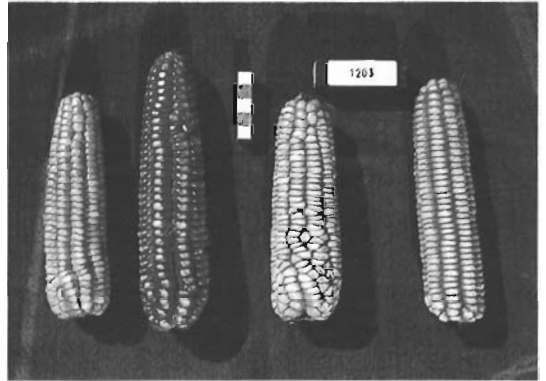
4a Karapampa



4b Morochillo de Tarija



4c Morocho chico



4d Morocho 8 hileras



4f Morocho grande



4g Morocho chaqueño

COMPLESSO RAZZIALE: MOROCHO

Può essere considerato come il tipo boliviano di mais "indurata": *morocho* significa infatti in quechua "duro". Tuttavia è interessante notare che lo strato corneo, che riveste l'intera cariosside, è molto più sottile che nei vitrei europei.

Nel periodo incaico fu usato per l'alimentazione dell'esercito e dei "chaskis" (corrieri); i cronisti della conquista lo ricordano come usato dai soldati per la facilità di conservazione durante il trasporto, in quanto poco suscettibile agli attacchi degli insetti e dei funghi.

Nel periodo coloniale fu usato per l'alimentazione degli operai delle miniere e per l'alimentazione dei cavalli di pregio o dei tori e galli da combattimento.

Questo complesso razziale appare di grande importanza evolutiva, perché considerato uno dei probabili progenitori del "Tropical flint", il mais più facilmente diffuso nei continenti extra americani.

In questo complesso si possono identificare razze con caratteristiche vegetativi simili a quelle dei farinosi delle Valli, del complesso Perla, nonché dei tipi a quelle di taluni vitrei del Paraguay e del Brasile.

Distribuzione geografica

E' distribuito in tutte le vallate interandine della Bolivia. Alcune razze, come il Morocho Chaqueño, arrivano a sud-est, fino alla frontiera con il Paraguay ed il Brasile.

Caratteristiche generali

Ecotipi diversificati per sviluppo e taglia delle piante con spighe prevalentemente cilindriche, di 8 file nel gruppo del versante interandino. Pure cilindriche, con numero di file superiori, nelle varietà dei versanti e delle pianure orientali.

Cariossidi di lunghezza media, di forma arrotondata, di solito di colore giallo o, qualche volta, arancione, di tipo vitreo o semiviteo.

Caratteristiche citogenetiche

Generalmente il numero di "Knob" cromosomici oscilla tra 2 e 0; i "Knob", quasi sempre situati nelle braccia lunghe 6 e 7; occasionalmente si riscontrano nelle braccia lunghe dei cromosomi 5 e 2 o nel braccio corto del cromosoma 9.

In alcune piante si è osservata la presenza di uno o due cromosomi B.

Razze che compongono il complesso

Le razze Karapampa e Morochillo de Tarija sono forme molto primitive, con talune caratteristiche simili a quelle presenti nei Pisanckalla.

La razza Karapampa sembra appartenere ad una linea di evoluzione diversificata precocemente dalla razza Pisanckalla, con tendenza verso i mais a 8 file a granella rotondeggiante, di maggiori dimensioni.

Compongono questo complesso le razze: Karapampa, Morochillo di Tarija, Morocho Chico, Morocho 8 file, Kellu, delle vallate mesotermiche; Morocho Chaqueno e Morocho grande appaiono diffuse nella pianura orientale.

RAZZA	KARAPAMPA	MOROCHILLO DI TARIJA	MOROCHO CHICO	MOROCHO 8 HILERAS
<i>Areale</i>	poco coltivata, si trova prevalentemente nella zona settentrionale del dipartimento di Chuquisaca.	limitata al dipartimento di Tarija.	Prevalentemente coltivata nei dipartimenti di Chuquisaca e Tarija	distribuita in tutte le vallate.
<i>Altitudine</i>	1500-2500 m/slm	1000-2000 m/slm	1000-2000 m/slm	1100-3000 m/slm
<i>Caratteristiche</i>				
<i>Antesi</i>	75-95 gg	65-85 gg	75-100 gg	90-115 gg
<i>Pianta</i>	altezza meida, con indice di venatura intermedia.	bassa di media precocità, con indice di venatura alto o medio e con scarsa quantità di foglie.	bassa di media precocità, con scarso numero di foglie e con indice di venatura intermedio.	di altezza media con indice di venatura medio-alto.
<i>Spiga</i>	tutolo e rachide molto sottili, di lunghezza media, con 8 ranghi.	media o piccola, di forma cilindro conica, con 8 ranghi.	media o piccola, di forma cilindrica, con 8-10 ranghi.	lunga e media, di forma cilindrica, con 8-10 ranghi.
<i>Cariosside</i>	piccola, più larga che lunga; colore giallo o arancione, consistenza vitrea.	ovoidale acuminata; colore giallo, consistenza semi-vitrea.	profondità media; forma rotonda, colore giallo, consistenza vitrea.	di lunghezza media, di forma rotonda, di colore giallo e di consistenza vitrea.
<i>Relazioni</i>	ha strette relazioni con quasi tutte le altre razze del complesso Morocho e Perla. Il Karapampa antico potrebbe esserne stato il comune antecessore di tali complessi.	E' una razza molto primitiva identificabile con la forma intermedia evolutiva dei tre complessi razziali: Morocho, farinoso del Valle e Perla.	otofile precoce, con adattamento alle condizioni della coltura intercalare.	caratteristico della regione boliviana, della quale rappresenta uno degli apporti all'evoluzione del mais.
<i>Foto</i>	4a	4b	4c	4d
<i>Grafico</i>	15	15	15	15

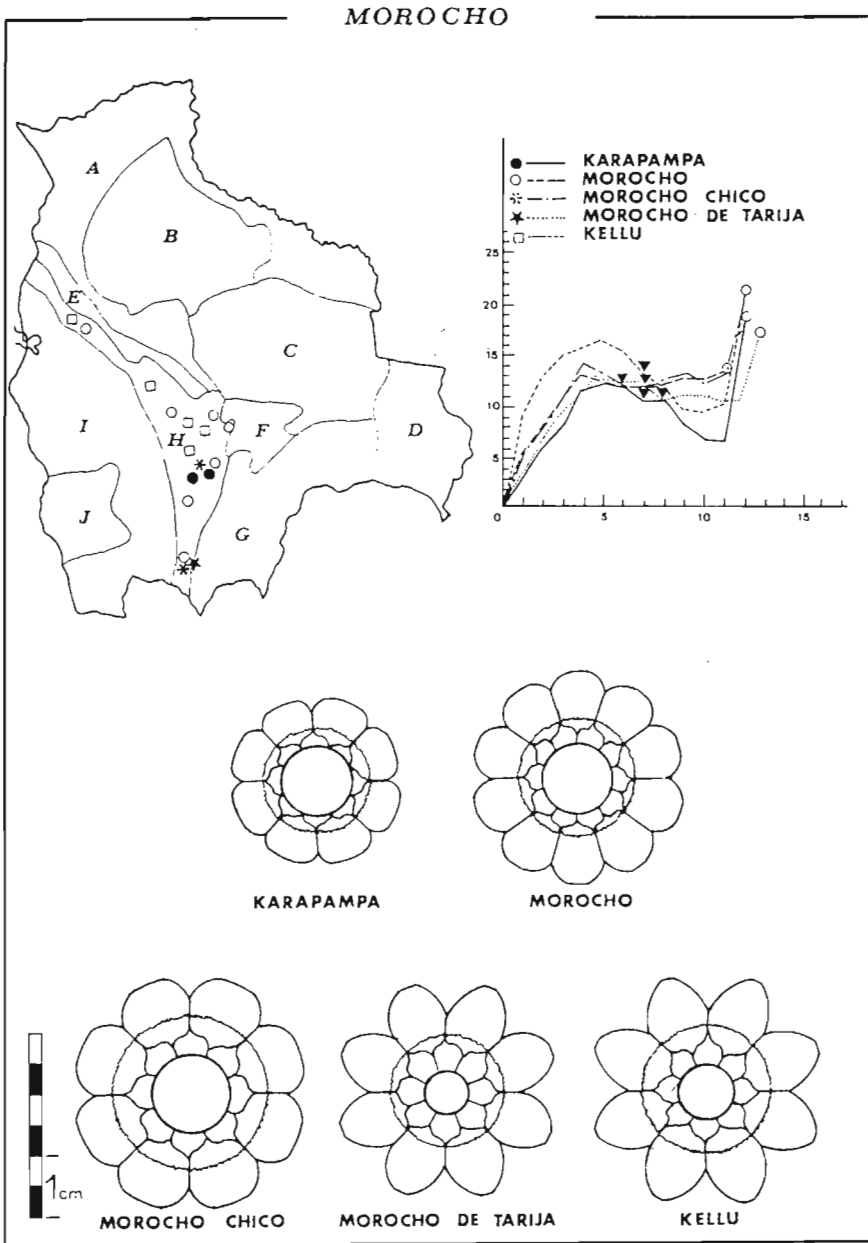
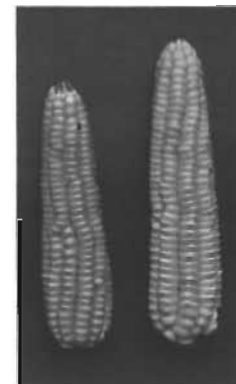


Grafico 15 - Compl. Morocho: diagrammi e diffusione.

RAZZA	MOROCHO GRANDE	MOROCHO CHAQUENO	KELLU
<i>Areale</i>	limitata alle Yungas ed alle vallate inferiori dei versanti orientali andini.	coltivata nella provincia di Chuquisaca, nel dipartimento di Santa Cruz, nelle prossimità della frontiera con il Brasile e con il Paraguay.	diffuso nei dipartimenti di Chuquisaca, Cochabamba e Potosi.
<i>Altitudine</i>	1000-2000 m/slm	200-300 m/slm	1000-3000 m/slm
<i>Caratteristiche</i>			
<i>Antesi</i>	100-135 gg	105-130 gg	75-100 gg
<i>Pianta</i>	di altezza media, con indice di venatura medio-basso.	alta, con abbondante quantità di foglie, con indice di venatura medio.	di altezza media e alta con indice di venatura medio-alto.
<i>Spiga</i>	lunga e media, di forma cilindrica, con 10-14 ranghi.	media, di forma cilindrica, con 14-16 ranghi.	media di forma cilindrica con 8-12 ranghi.
<i>Cariosside</i>	piccola, di colore giallo e di consistenza vitrosa.	piccola, di colore giallo e di consistenza vitrosa.	un pò più profonda e grande che nelle altre razze del complesso Morocho, di sezione ovoidale, di colore giallo e di consistenza semi-vitrea.
<i>Relazioni</i>	razza intermedia tra il Morocho della Bolivia e le razze del complesso amazonico.	razza intermedia tra il Morocho della Bolivia e le razze indurata del Brasile e del Paraguay.	linea evolutiva intermedia tra il Morocho 8 file e l'8 file farinoso.
<i>Foto</i>	4f	4g	4e
<i>Grafico</i>	16	16	15



4e Kellu

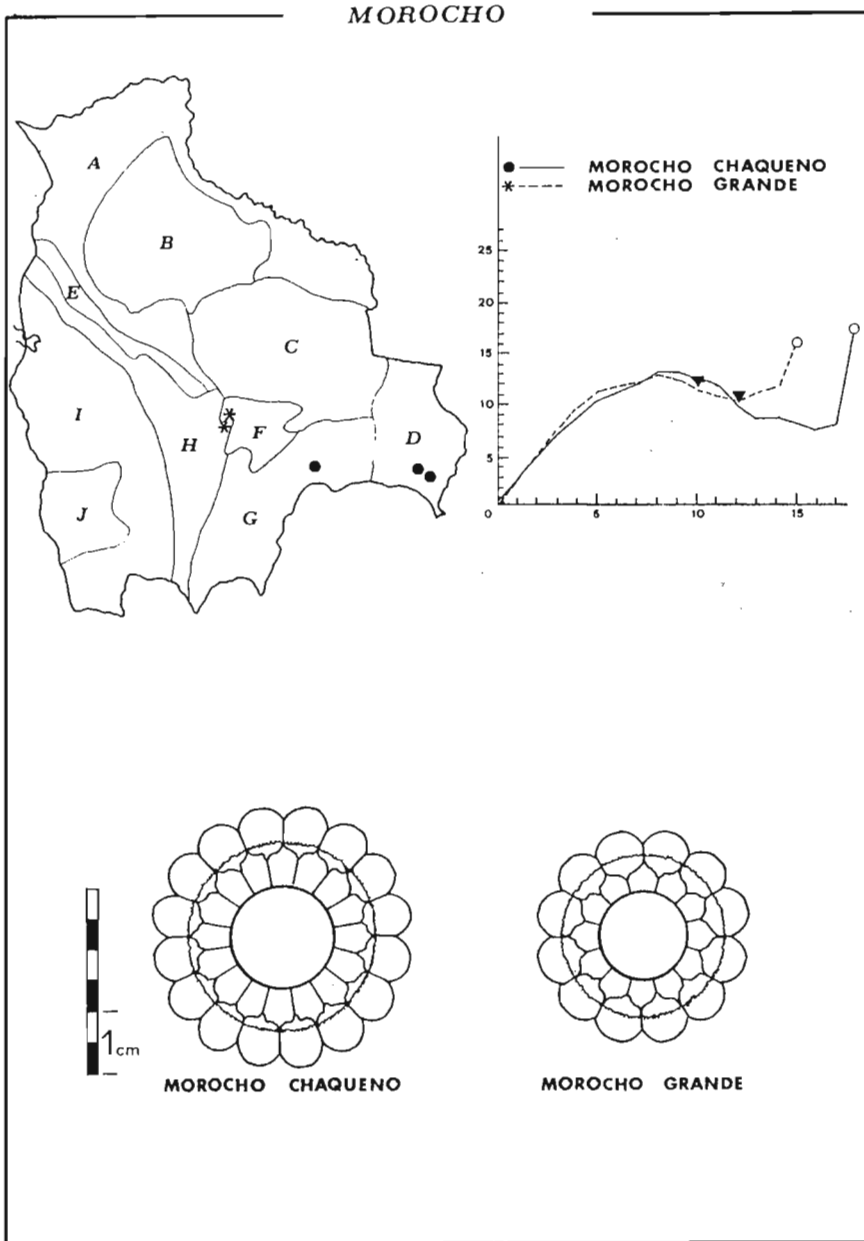
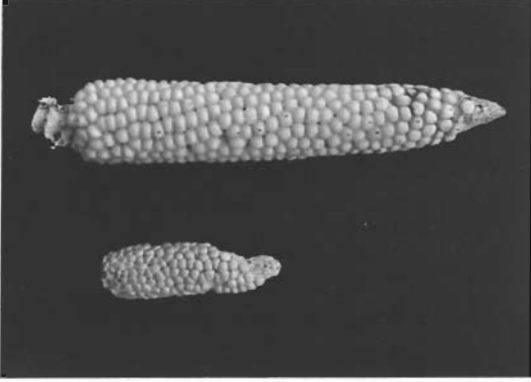
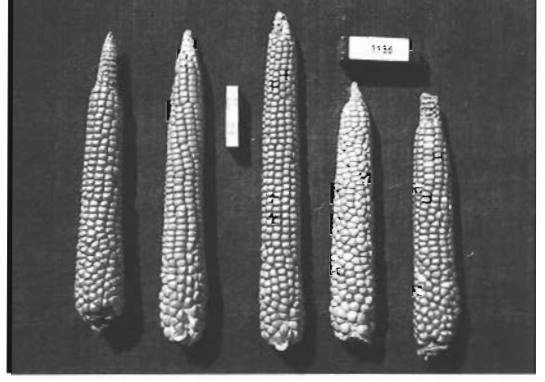


Grafico 16 - Compl. Morocho: diagrammi e diffusione.

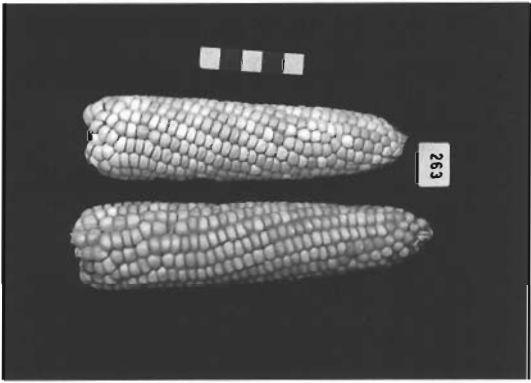
AMAZONICO



5a Enano e duro beniano



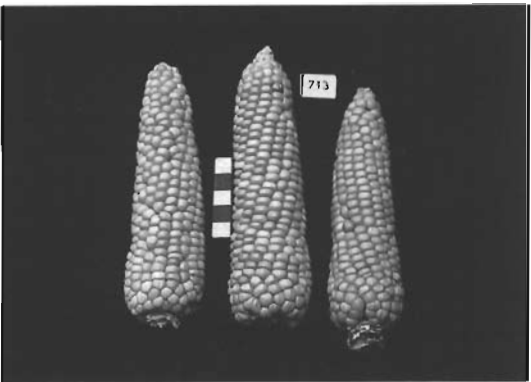
5b Blando amazonico



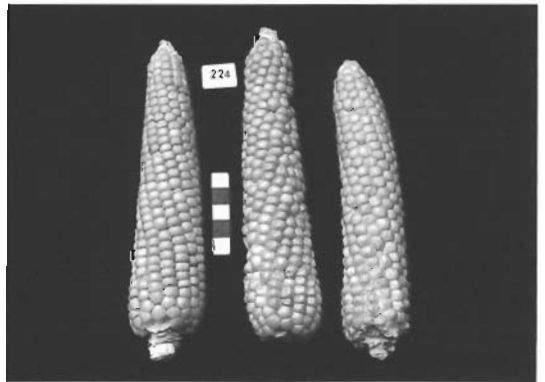
5c Duro amazonico



5d Blando Cruceno



5e Bayo



5f Canario

COMPLESSO RAZZIALE: AMAZONICO

Le razze di questo complesso razziale furono descritte da CUTLER (1946), da RAMIREZ e Coll. (1960) e da GROBMAN e Coll. (1961) sotto la denominazione di Maiz Coroico.

BRIEGER e Coll. (1958) hanno descritto le razze di questo complesso con il nome di "Maiz Interlocked", per la distribuzione particolare delle cariossidi sulle spighe.

RODRIGUEZ e AVILA (1964) hanno invece incluse le razze di questo gruppo del "Complesso Razziale Amazonico", con riferimento alla distribuzione localizzata nel bacino amazonico della Bolivia, del Perù e di parte del Brasile.

GOODMAN e BROWN (1988) hanno descritto le razze di questo complesso entro un "gruppo amazonico".

Distribuzione geografica

In Bolivia è distribuito sui versanti orientali delle Ande (Yungas) nei dipartimenti di La Paz e Cochabamba e nella pianura amazonica del Pando, del Beni e al nord di La Paz, Santa Cruz e Cochabamba.

In Perù ed in Brasile è distribuito nell'alta regione amazonica, soprattutto lungo i fiumi Aquiri, Madera e Yaco.

Forme derivate, in Bolivia, sono presenti in tutto il dipartimento di Santa Cruz.

Caratteristiche generali

Piante tardive, di altezza media o alta, con media o abbondante quantità di foglie, con indice di venatura generalmente basso, e abbondante pollonatura.

Spighe lunghe o medie (tranne la razza Enano), molto sottili, con granella disposte sulla spiga in posizione "interlocked" (a mosaico).

Cariossidi piccole, isodiametriche, con le basi angolose per effetto della posizione sulla spiga, di colore bianco e giallo, di consistenza farinosa nelle forme tipiche e molto variabile nelle forme derivate.

In questo complesso è frequente una cappa aleuronica di tipo bi o tristratificato.

Caratteristiche citogenetiche

Il numero dei "Knob" fluttua tra 2 e 5; sono situati quasi sempre nelle braccia lunghe dei cromosomi 6 e 7 ed eventualmente nelle braccia lunghe dei cromosomi 2, 4 o 8. Saltuariamente presentano 1 o 2 cromosomi B.

Razze che compongono il complesso

Compongono il complesso le razze: Enano e derivati, Amarillo blando, Amarillo cruceno, Bayo e Canario.

Reazione ai fattori termico e fotoperiodico

Le razze studiate hanno presentato un'elevata sensibilità sia alla variazione del fattore termico (epoca di fioritura) sia a quello fotoperiodico, con notevoli incrementi nell'epoca di fioritura, altezza della pianta, numero delle foglie e diametro del culmo.

La variazione del regime di luce ha inoltre indotto una notevole accentuazione della dicogamia.

Attitudine combinatoria

L'intero complesso ha presentato valori altamente significativi per incremento della lunghezza della spiga, epoca di fioritura, numero delle foglie e altezza delle piante.

RAZZA	ENANO	BLANDO AMAZONICO	DURO AMAZONICO
<i>Areale</i>	Lungo i fiumi: Acre, Orton e Madre de Dios, nel dipartimento di Pando. Ricordato da Timothy (1961) per l'Ecuador come Enano gigante e da Ramirez e Coll. (1960) per la Bolivia.	nei dipartimenti di Beni e Pando e sui versanti orientali del dipartimento di La Paz.	prevalentemente distribuita nei dipartimenti di Beni, Pando e Santa Cruz.
<i>Altitudine</i>	150-300 m/slm	130-2000 m/slm	150-800 m/slm
<i>* Caratteristiche</i>			
<i>Antesi</i>	85-130 gg	100-120 gg	95-130 gg
<i>Pianta</i>	altezza media, con media quantità di foglie, mediamente precoci, con indice di venatura basso.	altezza media, con numero medio di foglie, qualche volta con molti polloni e con un basso indice di venatura.	altezza media, con abbondante numero di foglie e con indice di venatura.
<i>Spiga</i>	molto piccola, di forma cilindro-conica, con 14-16 ranghi.	lunga, sottile, di forma cilindrica, con 8-16 ranghi.	lunga o media di forma cilindrica, con 12-16 ranghi.
<i>Cariosside</i>	molto piccola, di colore giallo pallido, di consistenza semi-vitrea e semi-farinosa, disposte sulle spighe in posizione alternata a mosaico.	piccola, di colore giallo pallido, di consistenza farinosa, disposte in posizione alternata.	piccola, di colore bianco, di consistenza dura.
<i>Relazioni</i>	razza ad adattamento specifico per la regione tropicale umida Pando, in stretta relazione con le altre razze del gruppo amazonico, di cui può essere considerata una forma a spiga raccorciata e condensata.	Cutler (1946) ha descritto questa razza col nome di "Coroico", perché le prime spighe furono raccolte in una località di tale nome.	la probabile origine di questa razza è attribuibile ad un incrocio tra i Perla della pianura e qualche forma di Blando Amazonico.
<i>Foto</i>	5a	5b	5c
<i>Grafico</i>	17	17	17

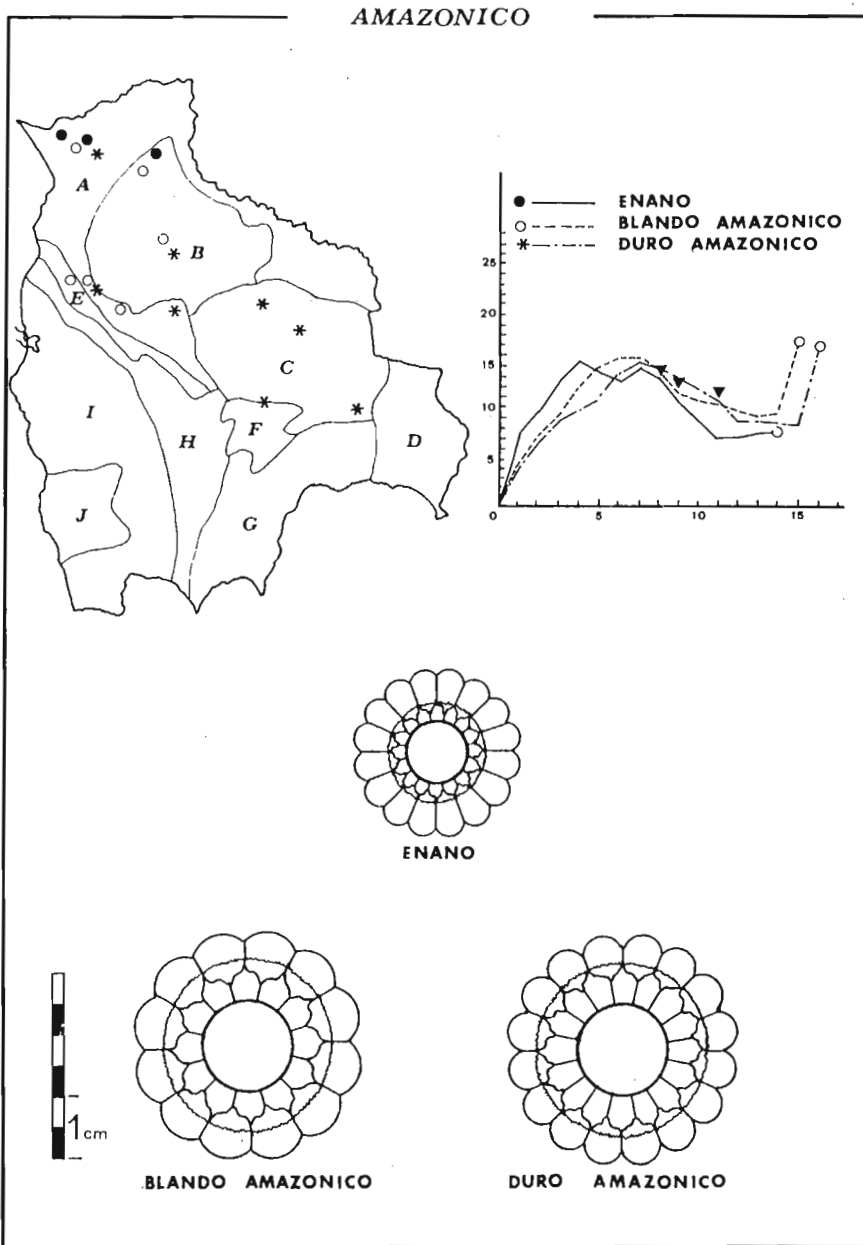


Grafico 17 - Compl. Amazonico: diagrammi e diffusione.

RAZZA	BLANDO CRUCENO	BAYO	CANARIO
<i>Areale</i>	prevalentemente nella pianura centrale del dipartimento di Santa Cruz: area iscrivibile alla zona di transizione tra il Bacino Amazónico e quello del Plata.	l'area di distribuzione di questa razza non è propriamente nella pianura amazonica ma nelle vallate e nelle Yungas confinanti con la pianura amazonica.	poco diffusa: I campioni furono raccolti nella provincia di Monteagudo, nel dipartimento di Chuquisaca.
<i>Altitudine</i>	140-700 m/slm	1000-2800 m/slm	1000-1300 m/slm
<i>Caratteristiche</i>			
<i>Antesi</i>	90-120 gg	100-120 gg	90-120 gg
<i>Pianta</i>	piante tardive e semi-tardive, con indice di venatura basso o medio.	media o alta, tardiva, con basso indice di venatura.	altezza media, di solito con polloni, con indice medio di venatura.
<i>Spiga</i>	media, di forma cilindrica, con 12-14 ranghi.	media, di forma cilindro-conica, con 14-16 ranghi.	lunghezza media, di forma cilindrica, con 12 ranghi.
<i>Cariosside</i>	piccola, di colore giallo, di consistenza farinosa.	piccola, di colore arancione e di consistenza vitrea.	piccola o media, di colore giallo o arancione, di consistenza vitrea.
<i>Relazioni</i>	probabilmente ha come origine l'incrocio del mais Morocho con un mais amazonico. Fu descritta precedentemente da Ramirez e Coll. (1960) sotto il nome di "Pojoso chico".	probabilmente è il risultato dell'ibridazione naturale tra il Morocho ed il Blando amazonico.	sembra derivata da un incrocio tra un Amazonico ed un Morocho. Ha relazioni con i mais guaranitici.
<i>Foto</i>	5d	5e	5f
<i>Grafico</i>	18	18	18

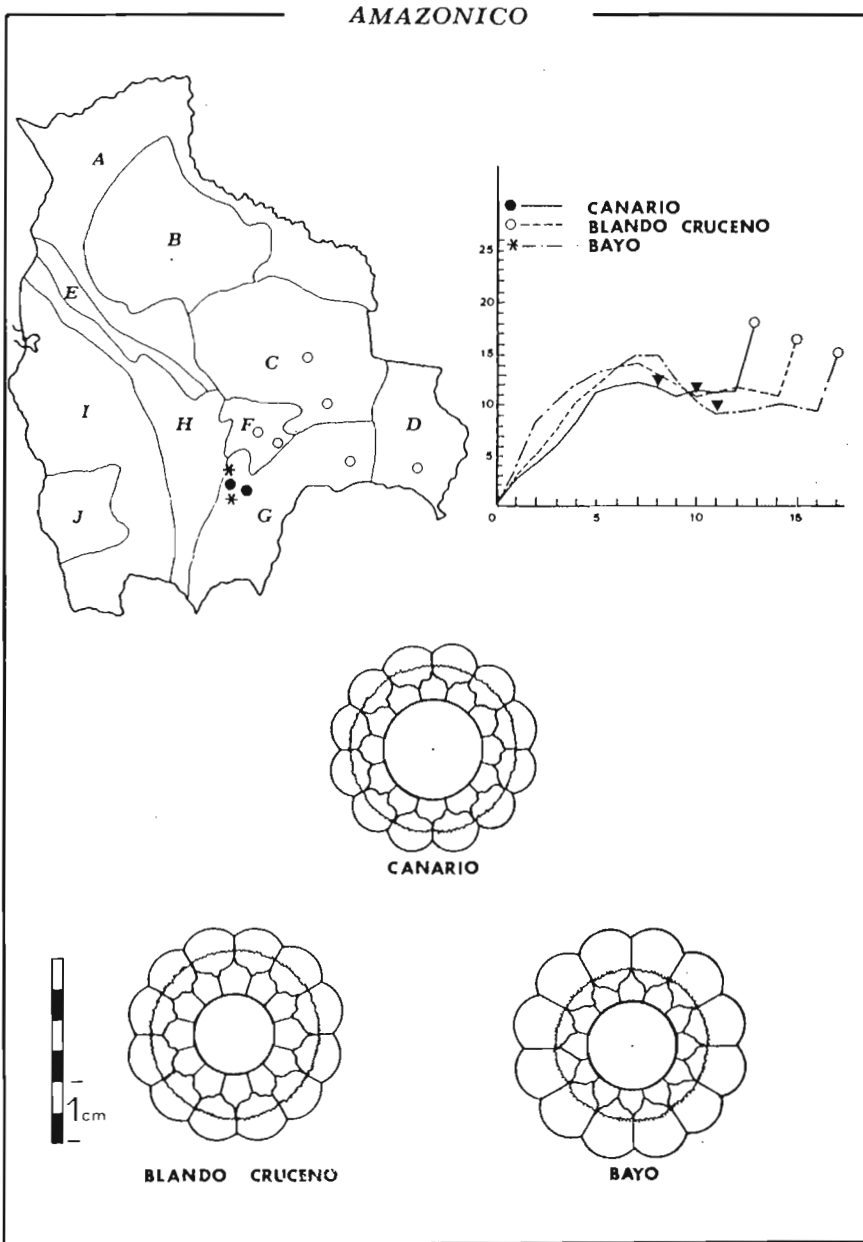
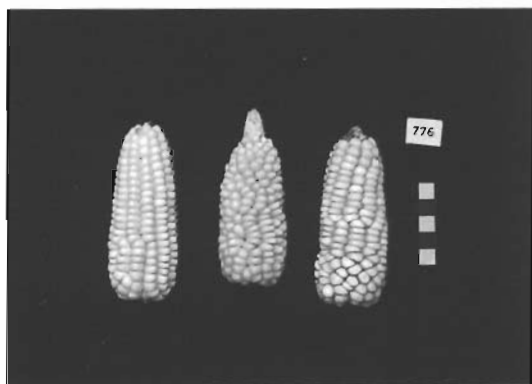


Grafico 18 - Compl. Amazonico: diagrammi e diffusione.

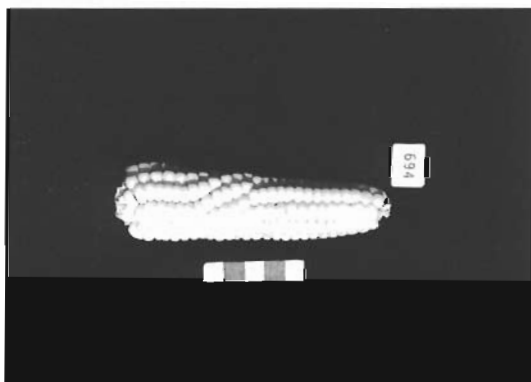
PERLA



6a Uchuquilla



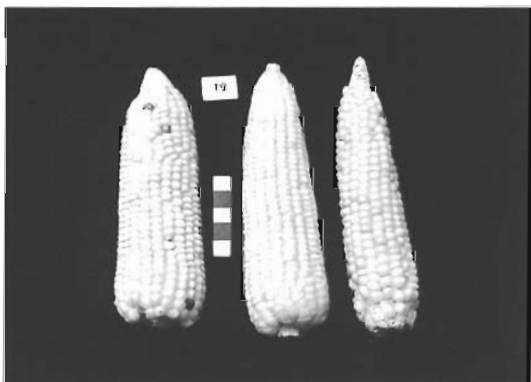
6b Chake sara



6c Perla



6d Aperlado



6e Perola



6f Perla de los llanos

COMPLESSO RAZZIALE: PERLA

E' diffuso in tutto il Continente Americano ed è caratterizzato da cariossidi rotonde di tipo vitreo e di colore bianco traslucente, che danno alla spiga l'aspetto di un insieme di perle ordinate su di un rachide.

Distribuzione geografica

In Bolivia è distribuito su tutto il territorio; le caratteristiche dell'apparato vegetativo variano con le zone climatiche.

Il gruppo Perla delle valli è distribuito tra i 1500-3000 m slm; quello della pianura tra i 150-1600 m slm.

Caratteristiche generali

Piante di misura e caratteristiche variabili, in relazione alle condizioni ambientali, presentano spighe medie o piccole, generalmente di forma cilindrico-conica, con 14-16 ranghi.

Le cariossidi sono di larghezza media, isodiametriche, di colore bianco e di consistenza vitrea, sovente traslucida.

Caratteristiche citogenetiche

Presenta da 0 a 5 "Knob" cromosomici, generalmente ubicati nelle braccia lunghe dei cromosomi 7, 2, 6 e nel braccio corto del 9.

Razze che compongono il complesso razziale

E' possibile suddividerle in due sotto-complessi:

- a) Perla delle Valli, con le razze Uchuquilla, Chaque sara, Perla, Aperlado;
- b) Perla della Pianura, composto dai Perla primitivi, dal Perola e derivati.

Relazioni con altri complessi razziali

E' molto influenzata dal complesso Pisanckalla; con il quale ha in comune molte caratteristiche morfologiche, fisiologiche e la facilità di adattamento ai diversi ambienti.

Reazione ai fattori termico e fotoperiodico

Si è potuto rilevare una scarsa sensibilità al cambiamento del fattore termico

Solo le razze Uchuquilla e Perla presentano un sensibile incremento del ciclo dell'antesi in relazione all'allungamento del periodo luminoso: non si è peraltro rilevato alcuna variazione dell'intervallo tra le antesi.

Attitudine combinatoria

I valori relativi alle caratteristiche di lunghezza della spiga, altezza della pianta e peso della granella, sono risultati significativamente più elevati sia di quelli presentati da altre razze, nei confronti del tester vitreo, che del dentato.

RAZZA	UCHUQUILLA	CHAKE SARA	PERLA	APERLADO
<i>Areale</i>	coltivato in tutte le valli boliviane della regione mesotermica.	prevalentemente distribuita nelle valli del dipartimento di Chuquisaca.	diffuso in tutte le valli della Bolivia e nelle Yungas del dipartimento di La Paz, e nelle provincie Florida e Cordillera del dipartimento di Santa Cruz.	prevalentemente distribuito nel dipartimento di Chuquisaca e Tarija.
<i>Altitudine</i>	1100-3000 m/slm	2000-3000 m/slm	900-2000 m/slm	1500-2000 m/slm
<i>Caratteristiche</i>				
<i>Antesi</i>	65-95 gg	85-100 gg	95-130 gg	95-115 gg
<i>Pianta</i>	di altezza media, precoce, con indice di venatura medio o alto.	mediamente tardiva, con un medio numero di foglie e con un indice di venatura medio o basso.	tardiva, di altezza media o alta, con indice di venatura medio o basso.	di altezza media, con abbondante quantità di foglie e con indice di venatura medio o basso.
<i>Spiga</i>	lunghezza media, forma cilindrica o cilindro-conica, con 10-12 ranghi.	lunghezza media, forma cilindro-conica, con 12-14 ranghi.	di lunghezza media, con 12-14 ranghi.	di lunghezza media, forma cilindrica e cilindro-conica, 8-10 ranghi.
<i>Cariosside</i>	media, rotonda, di colore bianco, di consistenza vitrea.	media, di forma ovoidale, di colore bianco e di consistenza semi vitrea o vitrea.	media, di colore bianco, di consistenza vitrea.	media, di colore bianco o giallo pallido, forma semi-dentata.
<i>Relazioni</i>	attendibile derivata dal Karapampa.	razza di limitata coltivazione ad utilizzazione alimentare derivata dai semifarinosi.	in evidente relazione con i mais bianchi del piano, con forte influsso guaranítico.	è una razza fortemente legata per l'origine al complesso Morocho.
<i>Foto</i>	6a	6b	6c	6d
<i>Grafico</i>	19	19	19	19

PERLA

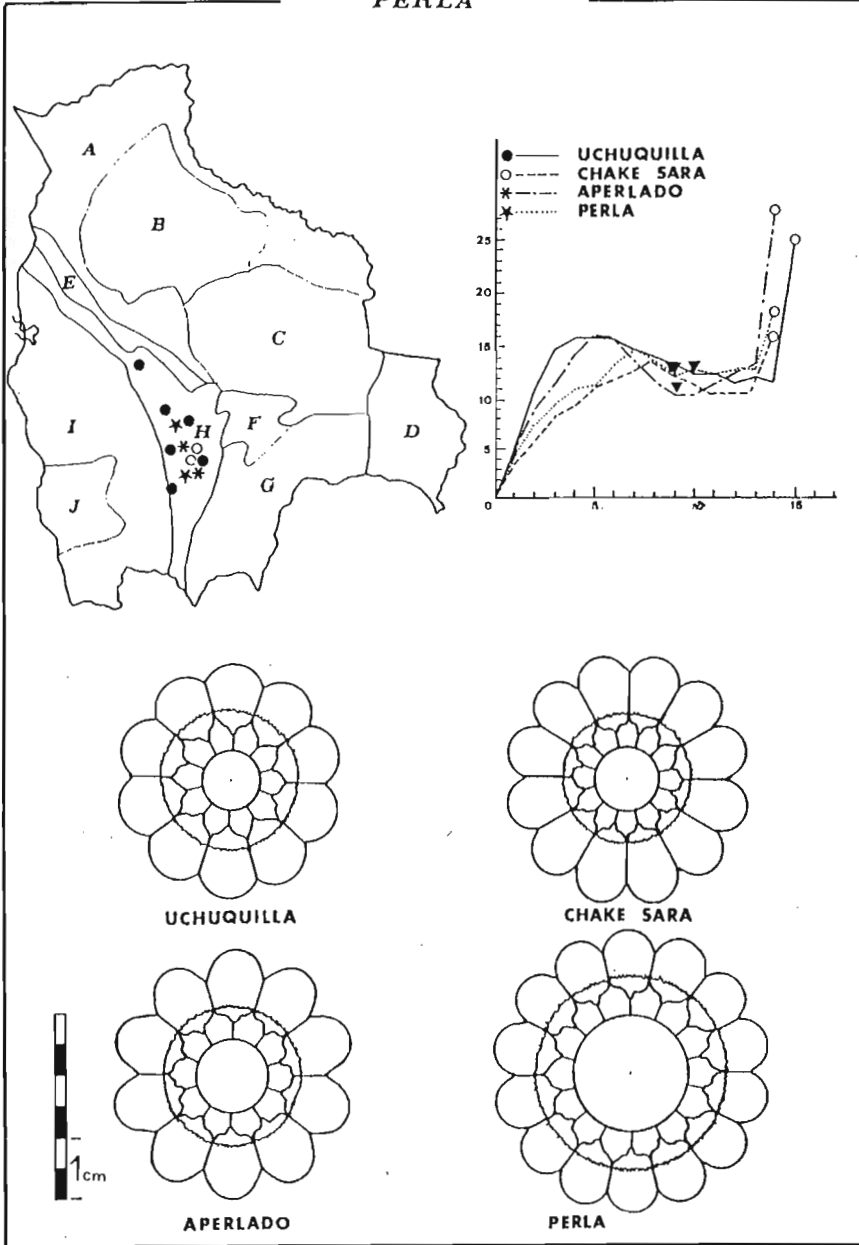
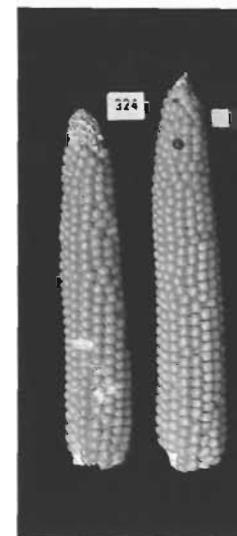


Grafico 19 - Compl. Perla: diagrammi e diffusione.

COMPLESSO RAZZIALE: PERLA

RAZZA	PERLA PRIMITIVO	PEROLA	PERLA AMARILLO
<i>Areale</i>	campioni raccolti nella provincia Ibanes di Santa Cruz.	nel dipartimento di Santa Cruz e nella provincia Gran Chaco di Taraja.	diffuso in tutte le regioni a clima temperato caldo, dove sono presenti i suoi probabili genitori: Perla e Morocho.
<i>Altitudine</i>	700-800 m/slm	140-700 m/slm	1500-2500 m/slm
<i>Caratteristiche</i>			
<i>Antesi</i>	95-120 gg	95-120 gg	80-110 gg
<i>Pianta</i>	bassa e tardiva.	di altezza media, tardiva con polmoni abbondante quantità di foglie con indice di venatura medio.	media e alta, tardiva con indice medio di venatura.
<i>Spiga</i>	piccola, con 14 ranghi.	media o lunga, sottili, con 10-12 ranghi.	lunga o media di forma cilindrico-conica con 12-14 ranghi.
<i>Cariosside</i>	piccola di colore bianco e di consistenza vitrea.	media o piccola, rotonda, di colore bianco e di consistenza vitrea.	di grandezza media, di colore giallo e di consistenza vitrea.
<i>Relazioni</i>	probabile derivato dal Pura del piano.	probabile relazione con i Perola brasiliani.	E' probabilmente originata da ripetuti incroci con razze del complesso Morocho.
<i>Foto</i>	6f	6e	6g
<i>Grafico</i>	20	20	20



6g Perla amarillo

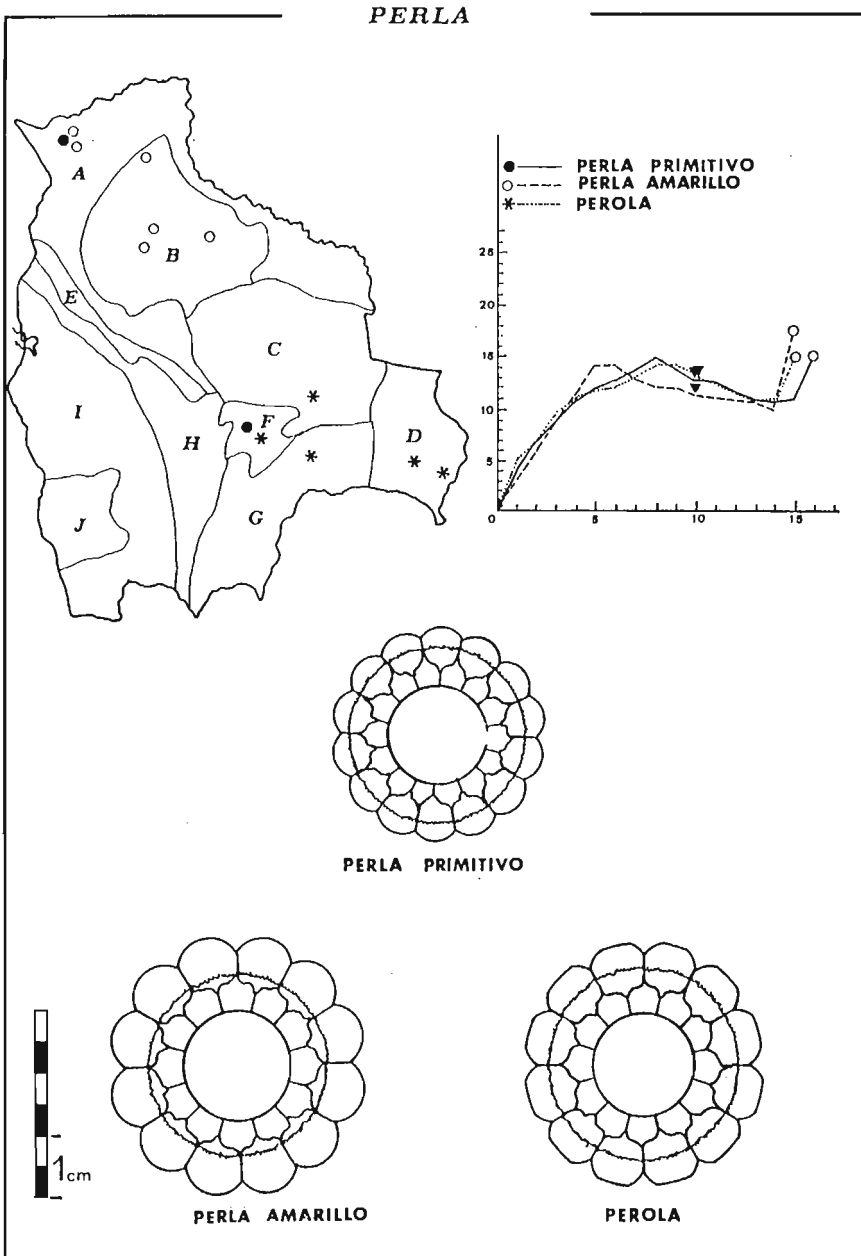
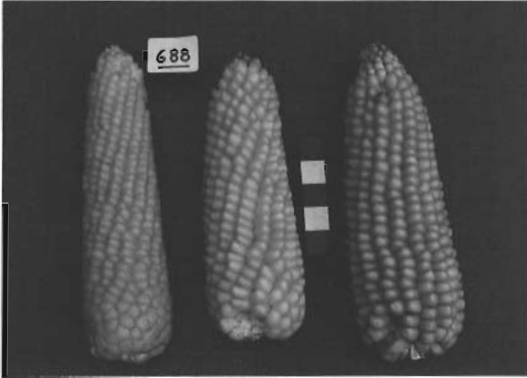
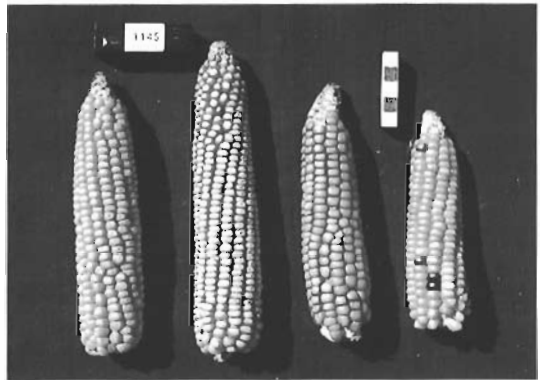


Grafico 20 - Compl. Perla: diagrammi e diffusione.

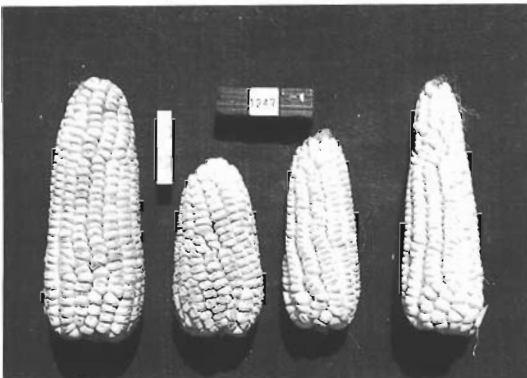
CORDILLERA



7a Morocho 14 hileras



7b Blanco mojo



7c Cordillera

GRUPPO CORDILLERA

Questo gruppo costituisce un probabile complesso razziale in formazione. La sua origine risale alle ripetute contaminazioni di varietà del complesso Morocho con le razze dei complessi Farinoso del Valle ed Amazonico.

Presenta caratteristiche molto interessanti, che potranno trovare ampia utilizzazione nei programmi di breeding per le zone subtropicali interessate al recente processo di colonizzazione agricola.

Il nome Cordillera allude all'areale di coltivazione del gruppo.

Distribuzione geografica

E' distribuito nella Zona intermedia tra le vallate e la pianura orientale della Bolivia, nelle provincie di Valle Grande, Florida e Cordillera del dipartimento di Santa Cruz e nelle provincie vicine dei dipartimenti di Chuquisaca e Cochabamba.

Razze che compongono il gruppo

Le razze che integrano questo gruppo sono: Morocho di 14 file, Blanco Mojo e Cordillera.

Caratteristiche generali

Piante alte o mediamente alte, con abbondante fogliame, indice di venatura medio; numerosi polloni nei Morocho 14 file, pochi nel Blanco Mojo, assenza nel Cordillera.

Spighe medie o lunghe da 10 a 14 ranghi.

Cariossidi piccole, vitree, di colore arancione nel Morocho 14 file; medie di colore bianco farinoso in Blanco Mojo; bianco o giallo, semi vitreo e dentato nel Cordillera.

Origine e relazioni con altre razze

Le razze incluse nel gruppo non appaiono omogenee. Esse hanno in comune l'areale di coltivazione ed il contributo parentale di razze del complesso Morocho.

L'introggressione che le caratterizza individualmente va attribuita rispettivamente alle razze Harinoso del Valle per il Blanco Mojo; Amazonico e derivati per il Cordillera e il Morocho 14 file.

Reazione ai fattori termico e fotoperiodico

Non si è rilevata suscettibilità al mutato fotoperiodo né per i caratteri morfologici né per i caratteri fenologici.

La razza Morocho 14 file ha invece presentato un forte incremento nell'altezza della pianta, attribuibile principalmente all'effetto termico.

RAZZA	MOROCHO DI 14 HILERAS	BLANCO MOJO	CORDILLERA
<i>Areale</i>	prevalentemente distribuito nella provincia di Florida, Valle Grande e Cordillera del dipartimento di Santa Cruz. In minore quantità si trovano ad est di Chuquisaca.	distribuita nelle provincie Valle Grande, Cordillera e Florida, nel dipartimento di Santa Cruz.	prevalentemente distribuita nelle provincie di Valle Grande, Florida e Cordillera, nel dipartimento di Santa Cruz.
<i>Altitudine</i>	1000-1800 m/slm	1000-2000 m/slm	1000-2000 m/slm
<i>Caratteristiche</i>			
<i>Antesi</i>	100-130 gg	85-115 gg	90-110 gg
<i>Pianta</i>	altezza media, con abbondante quantità di fogliame, con molti polloni e con indice medio di venatura.	alta, con abbondante quantità di fogliame, con indice medio di venatura.	alta, con abbondante quantità di fogliame con un indice di venatura medio o basso.
<i>Spiga</i>	media o lunga, di forma cilindrica, con 12-14 ranghi.	di lunghezza media, di forma cilindrica, con 10-14 ranghi.	lunga di forma cilindrica con 10-12 ranghi.
<i>Cariosside</i>	piccola di colore arancione e giallo e di consistenza vitrea.	grandezza media, di colore bianco o di consistenza farinosa.	grandezza media, di colore bianco o giallo di consistenza dura di forma semidentata.
<i>Relazioni</i>	introggressione dei mais vitrei argentini e Morocho grande.	sembra essere originata da incroci tra i mais farinosi delle valli e quelli del complesso amazonico.	sembra il risultato dell'incrocio delle due razze precedenti.
<i>Foto</i>	7a	7b	7c
<i>Grafico</i>	21	21	21

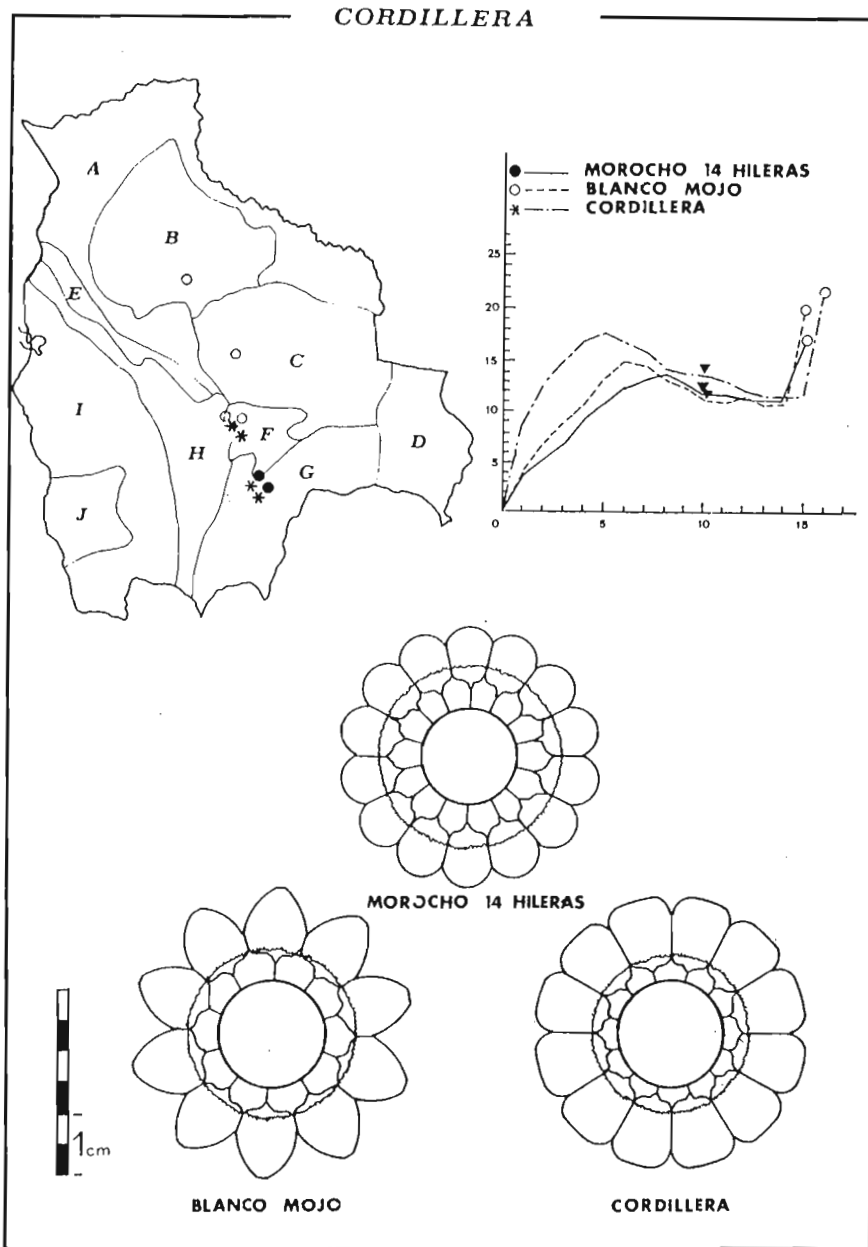


Grafico 21 - Compl. Cordillera: diagrammi e diffusione.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON E., CUTLER G., 1942 - *Races of maize: I. their recognition and classification* - Ann. Mo. Bot. Gard., 29.
- ARCE L., 1967 - *Formaciones fitogeogràficas de Bolivia* - Atti delle II Jornadas Agronómicas. La Paz 1-11.
- AVILA G.R., BRANDOLINI A., 1969 - *Attitudine combinatoria generale e specifica di razze boliviane di mais* - Comunicazione alla XIII Riunione della S.I.G.A..
- BARGHOORN E.S., et al. 1954 - *Fossil maize in the valley of Mexico* - Harvard Univ. Bot. Mus. Leaflet 16. pp 229-264.
- BONAFOUS M., 1836 - *Histoire naturelle, agricole et economique du maïs* - Paris.
- BRANDOLINI A., 1954 - *Contributo allo studio delle varietà italiane di mais: 1° Il granoturco "rostrato" (Zea mais L. cultivar rostrata)* - Annali Sperimentazione Agraria, N.S. IX, 2: Suppl.; IX, 3; IX, 4.
- BRANDOLINI A., AVILA G., VANDONI G.C., 1969. - *Problemi di acclimatazione di germoplasma tropicale nella regione temperata* - Comunicazione alla XIII Riunione della S.I.G.A.
- BRIEGER F.G. et al. 1958 - *Races of maize in Brazil and other Eastern South American countries* - Washington D.C., National Research Council, 238 p.
- BROWN W.L., 1949 - *Number and distribution of chromosome knobs in United States maize* - Genetics 34 (5): 524-536.
- CUTLER H.C., 1946 - *Races of maize in South America* - Bot. Mus. Leaflets Harr. Univ. 12: 257-299.
- GIROLA C.D., 1919 - *Variedades de maíz cultivadas en Argentina: Maíces argentinos y aclimatados* - Talleres Gráficos J. Weiss y Preuche. Buenos Aires.
- GOODMAN M.M., 1967 - *The races of maize I. The use of Mahalanobis generalized distances to measure morphological similarity* - Fitotec. Latinoamericana 4: 1-22.
- GOODMAN M.M., 1968 - *The races of maize II. Use of multivariate of variance to measure morphological similarity* - Crop. Sci. 8: 693-698.
- GOODMAN M.M. e Mc BIRD R., 1977 - *The races of maize IV. Tentative grouping of 219 Latin American races* - Econ. Bot. 31: 204-221.
- GOODMAN M.M. e BROWN W.L., 1988 - *Races of corn*. In *Corn and corn improvement* - Third edition. G.F. Sprague and J.W. Dudley editors: 33-77.
- GOODMAN M.M. e STUBER C.W., 1983 - *Races of maize VI. Isozyme variation among races of maize in Bolivia* - Mayaica 28: 169-187.
- GROBMAN A., SALHUANA W. e SEVILLA R., 1961 - *Races of maize in Peru* - Washington D.C., National Research Council. Publication 915: 374 pp.
- KORNICKE F., 1885 - *Die arten und varietaten des getreides* - Handbuch des Getreidabaus, Bd. I.
- KULESHOV N.N., 1929 - *The geographical distribution of the varietal diversity of maize in the world* - Bul. Appl. Bot., Gen. and Plant Breeding 20: 425-510.
- KULESHOV N.N., 1933 - *World's diversity of phenotypes of maize* - J. Amer. Soc. Agric. Vol. 25.
- LONGLEY A.E., 1938 - *Chromosomes of maize from North American indians* - J. Agr. Res. 56: 177-195.
- LONGLEY A.E. e KATO Y., 1965 - *Chromosomes morphology of certain races of maize*

- in Latin america* - Mexico.CIMMYT, 112 pp.
- MANGELSDORF P.C. e REEDES R.G., 1939 - *The origin of indian corn and its relatives* - Texas Agricultural Experiment Station, Station Bull. 579.
 - MANGELSDORF P.C. e SMITH C.C., 1949 - *New archeological evidence on evolution in maize* - Harvard Univ Bot. Mus. Leaflets 13:213-247.
 - MANGELSDORF P.C. MC NEISH R.S. e GALLINAT W.C., 1956 - *Archaeological evidence on diffusion and evolution of maize in Northeastern Mexico* - Bot. Mus. Leaflets. Harvard Univ. 17: 125-150.
 - MANGI N.C. e GALINT 1964 - *Domestication of corn* - Science 143 (3606): 538-545.
 - MONTEAGUDO F., 1967 - *Phylogenetic trees of the spanish maize races* - Proc. 4th meet. maize sorghum Sect., Eucarpia. pp 116-120.
 - NICHOLSON E. (s.d.) - *A note on types of maize in Peru* - Lima Peru, 13 pp.
 - RAMIREZ E.R. et al., 1960 - *Races of Maize in Bolivia* - Washington D.C. National Accademy of Sciences. National Research Council. Pub. 747. 159 pp.
 - RODRIGUEZ A. e AVILA G., 1964 - *Tripsacum factor de variabilidad genética en maíces bolivianos* - Est. Exp. La Tamborada. Cochabamba, Bolivia Public. Técnica n° 1 11 pp.
 - RODRIGUEZ A., ROMERO M., Quiroga J., AVILA G. en col. con BRANDOLINI A., 1968 - *Maíces Bolivianos* - FAO, Roma. Italia.
 - Sturtevant E.L., 1899 - *Varieties of corn* - New York Agri. Exp. Stat. Bull. 57.
 - TIMOTHY D.H., PENA V.B. e RAMIREZ E.R., 1961 - *Races of maize in Chile* - Washington D.C. National Research Council. Publication 847 pp. 84.
 - TIMOTHY D.H., GRANT U., TORREGROZA C.D., SARRIA V. e VARELA A., 1963 - *Races of maize in Ecuador* - Washington D.C. National Research Council. Publication 975.
 - WELLHAUSEN E.J., ROBERTS L. e HERNANDEZ E., 1951 - *Razas de Maíz en México, su origen características y distribución* - México. Secretaria de Agricultura y Ganaderia. Folleto tec. n° 5 237 pp.